This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY OF THE
MINERALOGICAL
LABORATORY

UNIVERSITY MUSEUM

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005

Digitized by Google

A 407

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

QE
269
.3587

Die Geest Ostfrieslands.

Geologische und geographische Studien zur ostfriesischen Landeskunde und zur Entwicklungsgeschichte des Emsstromsystems.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

vorgelegt der

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

(MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE SEKTION)

der

UNIVERSITÄT ZÜRICH

von

RUDOLF BIELEFELD

AUS NESSE IN OSTFRIESLAND.

Begutachtet von Herrn Professor Dr. OTTO STOLL.

ZÜRICH. 1906.

Digitized by Google

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 5
1. Lage, Grenzen, Größe 5
2. Bisherige Forschungen 7

II. Geologie des ostfriesischen Diluviums 9
1. Überblick 9
a) Morphographischer Überblick 9
b) Stratigraphischer Überblick 10
2. Nomenklatur 11
3. Geognostischer Aufbau des ostfriesischen Diluviums 17
a) Das ostfriesische Pleistozän als Transgression auf dem Miozän . . 17
b) Stratigraphie des ostfriesischen Diluviums 18
1. Das Frühhvitåglazial 18
2. Die Grundmoräne 25
1. Die Grundmoräne als Geschiebelehm 26
2. Die Grundmoräne als Steinpackung oder in sandiggrandiger Fazies 27
3. Die Verdoppelung der Grundmoräne in Upgant 29
4. Technische Verwertung des Grundmoränenmaterials . . . 31
3. Die Innenmoräne 33
1. Die deckenförmig entwickelte Innenmoräne 35
2. Die hügel- und wallartig aufgeschüttete Innenmoräne . . . 36
4. Das Späthvitåglazial 37
4. Die Geschiebe des ostfriesischen Diluviums und ihre Heimat . . . 39
5. Orographie 48
a) Das Vorland der Tergaster Endmoräne 49
1. Die reiderländischen Geschiebeåsar 49
2. Der Geröllås von Steenfelde 50
3. Der Sandr vor der Endmoräne 52
b) Das glaziale Stromtal der Urems 53
c) Der Durchragungszug von Heisfelde 54
d) Die Geröllendmoräne von Tergast 57
e) Das Binnenland der Tergaster Endmoräne 58
f) Die „hohe Geest“ 59
g) Der Durchragungszug von Middels 60
h) Die Gebiete der deckenförmig entwickelten Innenmoräne im Nordwesten und Nordosten 61
i) Das Gebiet der Geröllåsar im Osten 61
6. Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Diluviums 62

Digitized by Google

Seite

III. Hydrographie 68
1. Zur Entwicklungsgeschichte des Emsstromsystems 68
2. Die Ursachen der Entstehung des gegenwärtigen Emssystems . . 81
3. Die glazialen Stromtäler westlich von der Weserlinie als Grundlinien des Ems- und Vechtsystems 93
4. Die Bäche der ostfriesischen Geest 100
a) Die glazialen Erosionsrinnen 100
b) Die postglazialen Rinnsale und ihre Bäche 101
5. Die Seeen der ostfriesischen Geest 101
a) Die Grundmoränenseeen im Binnenlande der Tergaster Endmoräne 101
b) Die Becken der äolischen Ausräumung an der Ostflanke der hohen Geest 102

IV. Physiographie der ostfriesischen Geest 105
1. Das Vorland der Tergaster Endmoräne 105
2. Das glaziale Stromtal 110
3. Das Binnenland der Tergaster Endmoräne 112
4. Die hohe Geest 122
5. Die Innenmoränenlandschaft im Nordwesten 127
6. Die Innenmoränenlandschaft im Nordosten 128
7. Die Landschaft der Geröllåsar im Osten 129

V. Klimatographisches 133
1. Allgemeines 133
2. Die Winde 134
3. Die Temperatur 135
4. Der Niederschlag 142
5. Der Sonnenschein 145

VI. Pflanzengeographie der ostfriesischen Geest 147
1. Das Gebiet der natürlichen Wiesen oder Meeden Ostfrieslands . . . 148
2. Die kultivierte und die bewaldete Geest 152
3. Das Gebiet der Heide und des Kiefernheidewaldes 156

VII. Die Tierwelt 163

VIII. Anthropogeographisches 168

Digitized by Google

I. Einleitung.

1. Lage, Grenzen, Größe.

Die zwischen Jade- und Dollartbusen gelegene ostfriesische Halbinsel bildet den nordwestlichsten Teil des westwärts von der Elbe und nordwärts von dem Harze, dem Weserberglande und dem jurassischen Faltungszuge des Wiehengebirges sich erstreckenden nordwestdeutschen Flachlandes. An der Nordseeküste ist die Halbinsel von einer Reihe vorgelagerter Gestade- oder Restinseln umkränzt, Relikten des alten festländischen Küstensaumes, die noch täglich den durch die anstürmenden Meereswogen und die äolischen Kräfte herbeigeführten Veränderungen ausgesetzt sind und infolgedessen in Abbruch und Aufbau ein stets wechselndes Bild darbieten. Die wilde Nordsee zerstückelte in prähistorischer und historischer Zeit die früher ununterbrochene lange Nehrung, indem sie sich durch die Sunde — Seegaten genannt — Wege ins Hinterland des Dünensaumes bahnte. Hier bildete sich nun das Wattenmeer, gleichsam eine Vorhalle der Nordsee, das Sammelgebiet der durch die Siele (Schleusen) ins Meer abströmenden Bäche, deren Süßwasser sich mit der Salzflut mischt und hier an der Binnenseite der Inseln das weitgedehnte, außerordentlich flache Brackwassergebiet erfüllt, das an vielen Stellen von Menschen und Vieh durchwatet werden kann. Jadebusen, Leibucht und Dollart sind erst im zweiten Millennium unserer Zeitrechnung entstanden; die litoralen Landstrecken aber, über denen jetzt die Wellen jener Buchten sich kräuseln, fielen den raubgierigen Wogen der Nordsee zur Beute, von einem oft hadersüchtigen Geschlechte manchmal leider weder zeitig noch mit Aufbietung einheitlicher Tatkraft zurückgewiesen.

War die sturmbewegte Nordsee von jeher als unbesiegbarer Riese das unheilschwangere Verhängnis der friesischen Küstenstriche, so nahte sich das ruhige Meer mit seinem regelmäßigen Pulsschlage in Ebbe und Flut dem Friesenvolke auch wieder als der mildherzige Wohltäter, der aus den unorganischen Sinkstoffen der Flüsse und des Meeres, innig vermengt mit Myriaden von Leichen der im Brackwassergebiet zu Grunde gegangenen Salz- und Süßwasserinfusorien und verwesten vegetabilischen Resten, in dem abgelagerten Schlamme — Schliek genannt — die fruchtbare Marsch als Brackwassersedimentation aufbaute, die allenthalben in unmittelbarer Meeresnähe und an den Unterläufen der Ems, Leda und Jümme dem eiszeitlichen Boden als kostbares Saumgelände aufgelagert ist. —

Digitized by Google

Ostfriesland, unter dem tatkräftigen friesischen Bauerngeschlechte der Cirksenas schon im 15. Jahrhundert politisch geeinigt, war schon damals gegen die Provinz Groningen und damit gegen das jetzige Königreich der Niederlande politisch sicher abgegrenzt, ebenso gegen das Münsterland im Süden. Im Jahre 1575 wurde die durchaus künstliche östliche Grenzlinie zwischen Ostfriesland und dem nördlichsten Teile des Herzogtums Oldenburg — dem Jeverlande — gezogen, als Maria von Jever, der letzte Sproß aus dem Jeverschen Häuptlingshause der Papingas, starb und die hinterlassene Herrschaft Jever ihrem Vetter, dem Grafen von Oldenburg, vererbte. Die so geschaffene politische Abgrenzung Ostfrieslands war damit dauernd festgelegt; denn das in dieser Gestalt abgegrenzte Fürstentum Ostfriesland repräsentierte sowohl von 1744—1815 unter der preußischen Staatszugehörigkeit, als auch von 1815—1866 unter welfischem Zepter einen selbständigen Verwaltungsbezirk (Fürstentum Ostfriesland oder Landdrostei Aurich.) Auch jetzt noch bildet es als Regierungsbezirk Aurich einen eigenen Bezirk im Verwaltungsdienst der preußischen Provinz Hannover, der mit den Inseln und dem 1853 von Oldenburg käuflich erworbenen Gebiet von Wilhelmshaven eine Fläche von reichlich 3000 qkm umfaßt.

Der Ostfriese vergleicht den festländischen Teil seiner Heimat sprichwörtlich gern mit einem Pfannkuchen, von dem der Rand das beste sei[1]). Mit dem fetten Rande meint er die Marsch, die als regenerierter Tonboden jungquartärer Sedimentation die „Geest" umkränzt. Unter der „Geest" versteht man den eiszeitlichen Boden, also das Diluvium, das im Innern Ostfrieslands streckenweise vom Hochmoor, im Binnenlande der Tergaster Endmoräne mancherorts von Wiesenmoor bedeckt wird. Der Name „Geest" bedeutet, im Gegensatz zu der so sehr fruchtbaren Marsch, das unfruchtbare Land, wie man auch in Ostfriesland das Brachfeld, das also dem Landmanne nichts einbringt, als „Güstfalge", ebenso eine Kuh, die keine Milch gibt, als „güst" bezeichnet. In älterer Form findet sich dieselbe Bezeichnung im Inselnamen „Juist" (sprich Jühst) wieder, weil diese Insel den vorbeifahrenden Seeleuten und auch den ersten Ansiedlern als unfruchtbares Sandland erschien. Die Bezeichnungen Geest und Diluvium sind synonym; doch spricht der Geograph von der Geest, der Geologe vom Diluvium als dem unteren Gliede des Pleistozäns.

Die Hauptmasse der Geest liegt nördlich und nordöstlich von Leda und Ems, während ein kleineres, südliches Stück durch das glaziale Stromtal der Leda-Unterems davon abgetrennt wird. Die Geest läßt sich verhältnismäßig genau durch gerade Linien abgrenzen. Das nördliche Hauptgebiet der Geest wird umschlossen von den Geraden:

Detern—Neustadtgödens,
Neustadtgödens—Werdum,
Werdum—Damsum[2]),
Damsum—Norden,

[1]) „Oostfreesland is as een Pannkook, d' Rand is d' best."
[2]) Diese gerade Linie wird unterbrochen durch die aus Marschland bestehende Bucht von Westerholt.

Digitized by Google

Norden—Loppersum,
Loppersum—Tergast,
Tergast—Leer.

Das im Süden liegende Geestgebiet hat eine fast oblongische Form und wird begrenzt durch die Linien:

Detern—Leer—Marienchor,
Marienchor—Wymeer,
Wymeer—Burlage,
Burlage—Detern.

Beide Geestgebiete nehmen mit Einschluß der Moorstrecken einen Flächenraum von 2000 qkm ein.

2. Bisherige Forschungen.

Über die Geologie der ostfriesischen Geest fließen die Quellen leider ebenso spärlich und trübe wie über die der Marsch. Nur Prestel war es, der dem ostfriesischen Diluvium seine Aufmerksamkeit zugewendet hat[1]). Als Kind seiner Zeit steht er noch auf dem Boden der Lyellschen Drifttheorie; aber auch manche seiner Deutungen beweisen Prestels ganz eigenartigen Standpunkt. Das Diluvium rechnet er (S. 27) zum Tertiär, und von den offenbar durch Menschenhand aufgeworfenen Warfen der Marsch sagt er (S. 16): „Die Warfen sind entschieden ohne Einwirkung des Menschen entstanden." Interessant ist auch, was er von den an der Westseite des Borkumer Riffs mit Austernetzen aus 40—50 Fuß Tiefe heraufgeholten Feuersteinen annimmt. Er sagt darüber (S. 13): „Die meisten von diesen Feuersteinen stammen wahrscheinlich von den Kreideflözen Englands her. Ob einige unter ihnen, sowie die in dem Gastboden des Festlandes hin und wieder vorkommenden Echiniten, ihren Ursprung in näher, vielleicht im Binnenland gelegenen, jetzt zerstörten Kreidehügeln hatten, darüber läßt sich, da jeder Anhaltspunkt und Fingerzeig fehlt, nichts entscheiden." Aber auch seine objektiven Berichte über Bohrungen in und um Emden sind leider so allgemein gehalten, daß sich aus ihnen für die Geologie des ostfriesischen Diluviums nichts Greifbares ableiten läßt, was schon J. Martin beklagt[2]). Prestel war vor allen Dingen ein ausgezeichneter Meteorologe. So vortrefflich und auch heute noch geschätzt seine zahlreichen meteorologischen Arbeiten sind, so viel Spreu findet sich in seiner Abhandlung über den Boden Ostfrieslands. Jedoch ist der Abschnitt über die Schliekbildung auch heute noch beachtenswert.

[1]) M. A. F. Prestel, Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland. Emden 1872, Selbstverlag.

[2]) J. Martin, Diluvialstudien. III. Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser. 4. Klassifikation der glazialen Höhen. 12. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück (für 1897) S. 78: „Auch in Prestels ‚Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland' (Emden 1872), dem einzigen Werke, welches die dortigen geologischen Verhältnisse behandelt, sind die Angaben zu unbestimmt gehalten, als daß man daraus entnehmen könnte, welche Glieder an dem Aufbau der diluvialen Höhen beteiligt sind."

Digitized by Google

Leider hat man auch die beim Bau des Ems-Jade-Kanals in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts geschaffenen trefflichen Aufschlüsse des Diluviums von keiner Seite einer geologischen Untersuchung gewürdigt und damit die schönste Gelegenheit zum Studium des ostfriesischen Pleistozäns ungenutzt verstreichen lassen. Mir mußten die in den Jahren 1903, 1904 und 1905 in Ostfriesland vorhandenen Aufschlüsse des Geestbodens als Grundlage der Untersuchungen dienen; auch an ihnen ließ sich ein Einblick in den Aufbau des ostfriesischen Diluviums gewinnen.

Da Ostfriesland eine Reihe trefflicher Geschichtschreiber aufzuweisen hat, ist es nicht zu verwundern, daß auch die kartographische und die geo-topographische Literatur Ostfrieslands ziemlich reichhaltig ist. Schon David Fabricius, der Vater des bekannten Entdeckers der Sonnenflecke, lieferte 1592 eine für die damalige Zeit ausgezeichnete Karte von Ostfriesland unter dem Titel: „Orientalis Frisiae exacta descriptio autore Davide Fabricio Esensi, pastore Resterhavensi, anno 1592." „Nach ihm war der berühmte Ubbo Emmius der erste, der eine Karte und chorographische Abbildung von Ostfriesland besonders verfertigte, welche im Jahre 1615 bei Wilhelm Blaeuw in Amsterdam unter dem Titel Typus Frisiae Orientalis Auctore Ubbone Emmio verlegt wurde, und durch Salomon Roger und E. S. Hamersveldt gestochen worden" [1]). Johann Konrad Freese lieferte unter dem mitgeteilten Titel 1796 ein Werk über Ostfriesland, in dem auch die geographischen Verhältnisse Berücksichtigung fanden. Ihm folgte der taubstumme Fridrich Arends, welcher in seinem dreibändigen Werke „Ostfriesland und Jever in geographischer, statistischer und besonders landwirtschaftlicher Hinsicht" (Emden 1818—20, gedruckt bei Witwe Hyner und Sohn) und seiner „Erdbeschreibung des Fürstentums Ostfriesland und des Harlingerlandes" (Emden 1824), ebenso zuverlässige als erschöpfende Darstellungen gab, die auf eigenen gründlichen Beobachtungen beruhten. Eine volkstümliche, geschickt abgerundete Darstellung boten de Vries und Focken in ihrem „Ostfriesland. Land und Volk in Wort und Bild" (Emden, Verlag von W. Haynel, 1881).

Die Geographie der ostfriesischen Geest erschöpft sich aber in all diesen Publikationen als Topographie, der einige allgemeine physiographische Züge beigefügt worden sind. Ein richtiges geographisches Verständnis der ostfriesischen Geest konnte erst auf Grund eingehender geologischer Studien gewonnen werden.

---

[1]) Ostfrieß- und Harrlingerland nach geographischen, topographischen, physischen, ökonomischen, statistischen, politischen und geschichtlichen Verhältnissen von Johann Konrad Freese, Königl.-Preuß. Kriegskommissär u. Kontrolleur der ostfriesischen kombinierten Domainen- u. Kriegskasse. Aurich 1796, Bd. I, S. 141. — Verfasser gibt im „vierten Abschnitt von den Ostfriesland betreffenden Landkarten, Zeichnungen u. Kupferstichen" (S. 140—164) einen erschöpfenden Bericht über das ganze bis zum Ende des 18. Jahrhunderts erschienene Material.

Digitized by Google

II. Geologie des ostfriesischen Diluviums.

1. Überblick.

a) Morphographischer Überblick.

Bietet die ostfriesische Marsch in ihrer ganzen Längenerstreckung in vollkommener, fast baumloser Ebenheit und ihrer großen Fruchtbarkeit ein oro- und physiographisch einheitliches Bild, so zeichnet sich die Geest trotz ihrer ebenso einheitlichen Entwicklungsgeschichte durch einen anmutigen Wechsel in der Physiognomie ihrer Oberfläche aus. Südlich vom glazialen Stromtale der Leda-Unterems finden wir sowohl im Reiderlande als auch in Overledingen flache meridionale Höhenzüge, welche allesamt einen weiten Umblick auf die flache Umgebung mit ihren Weilern und Dörfern gewähren und zugleich willkommene Stätten menschlicher Siedlungen repräsentieren, die hier von Busch und Hain manchmal malerisch umrahmt erscheinen. Das völlig ebene glaziale Stromtal bildet dazu einen auffallenden Gegensatz; hier ruht das Auge auf einer fast unabsehbaren Grasebene, die nur hie und da durch Einzelgehöfte und unbedeutende Siedlungen unterbrochen wird. Im Röhricht hören wir den Rohrsperling sein geschwätzig Liedchen trillern und in den Lüften zeigen sich Kiebitz, Bekassine und Pfuhlschnepfe als die charakteristischen Bewohner der Wiesen- und Sumpflandschaft. Nur dort, wo die „hohe Geest" mit diluvialen Vorgebirgen nahe an das alte Stromtal herantritt, wie bei Leer und Detern, hat der Mensch Raum zu größeren Siedlungen gefunden, die aber dem Flußtal selbst nicht mehr angehören. Durchwandert man nun auf der Landstraße von Leer über Hesel nach Aurich den südlichen Teil der hohen Geest, die hier des Waldschmuckes nicht entbehrt, so überschreitet man eine ganze Reihe von Südwest nach Nordost sich erstreckender, paralleler diluvialer Flachrücken, welche reihenweise die Siedlungen tragen und durch breite, sehr flache, aber dennoch deutliche, von trägen Bächen durchronnene Talungen voneinander getrennt sind. Ein wesentlich anderes Bild aber gewährt eine Wanderung von Emden über Georgsheil nach Aurich durch das Binnenland der Tergaster Endmoräne. Man merkt orographisch nicht den leisesten Unterschied zwischen der Marsch und der hier im großen Meedengebiet auch völlig waldlosen Geest, so vollkommen ist sie hier eingeebnet, an ihren tiefsten Stellen mit flachen Binnenseeen bedeckt. An der Ostflanke der hohen Geest, in Meerhusen, Osteregels, Hollsand bei Großoldendorf und Kloster Barthe häuften sich

Digitized by Google

jugendliche äolische Bildungen zu festländischen Dünen, die dem einsamen Wanderer zuweilen lebhaft die Dünenlandschaften der friesischen Inseln vorgaukeln können. Bei Hopels, Wiesedermeer, Brookzetel, Langefeld, Negenmeerten und in ähnlichen Sandstrichen erhält die herbstliche Landschaft einen angenehmen Wechsel durch flache Landseeen, ephemerischen Ansammlungen herbstlicher Regenwasser, die infolge verbesserter Abwässerung im Sommer austrocknen und öden, wüstenähnlichen Sandlandschaften Platz machen. Die Südhälfte des Kreises Norden und der mittlere Teil des Kreises Wittmund bilden in ihren sandigen, sanft gewellten und gut bewaldeten Landschaften, die fast nur am Saume größere Siedlungen aufkommen ließen, geologische und geographische Analoga von physiographisch nur schwach eigenartiger Ausprägung. Abwechslungsreicher ist das orographische Bild des alten Amtes Friedeburg, das uns physiographisch deutlich an das südliche Ostfriesland und an die hohe Geest erinnert. Zwischen Reepsholt, Wiesede und Friedeburg beleben deutliche Terrainwellen die Landschaft, während zwischen der Barger Schäferei und Etzel sich eine Anzahl sanft gewölbter Heidehöhen zu zwei Hügelreihen ordnet, die in einem Moränenrücken enden, auf dem das Dorf Etzel angelegt ist, das nordwärts in ein flaches Meedengelände hinabschaut.

b) Stratigraphischer Überblick.

An den meisten Stellen der ostfriesischen Geest findet man nach Abräumung der Ackerkrume zu oberst gelblichen, sehr feinkörnigen, deutlich geschichteten Sand (im Volksmunde meist als „gelber Sand", auch als „Pielsand" oder „Loopsand" bezeichnet) in einer Mächtigkeit von 0,5—2 m. Oft sind dem fast homogenen Sande hie und da einzelne durch Eisenhydroxyd gebildete, härtere, braune Konkretionen beigemengt, die aber an der Luft sehr rasch verwittern. Die schön konkordante Schichtung wird oft durch braune, schwach wellig und wagrecht verlaufende Adern, die ebenfalls den Eisenverbindungen ihre braune Farbe verdanken, gekennzeichnet. Die geschichteten Einzelbänke zeigen sich bei genauerer Untersuchung nach der Korngröße geordnet, so daß dieser gelbe Sand als Sediment, als Absatz des Wassers, gedeutet werden muß. Er repräsentiert das oberste Glied des ostfriesischen Diluviums.

Unter diesem „gelben Sande" folgt an manchen Stellen in scharfer Abgrenzung unmittelbar der Lehm. In Upgant bei Marienhafe aber, sowie östlich von der Linie Plaggenburg-Neuschoo, ferner westlich von Wittmund und in der Friedeburger Gegend findet sich zwischen diesem „gelben Sande" und dem Lehm noch ein Glied des Diluviums eingeschaltet, das meist aus feinen Sanden („Mauersand") oder Kiesen besteht, die bankweise deutlich nach der Korngröße geschichtet sind und oft am Grunde der Einzelbänke Gerölle verschiedenster Größe bergen. In Upgant ist dieses Glied in einer Mächtigkeit von 2 m entwickelt. Hier läßt es sich nach oben messerscharf gegen den gelben Sand, ebenso nach unten gegen den Lehm abgrenzen. Oftmals aber schrumpft dieses Glied des Diluviums sehr zusammen, so daß seine Abgrenzung

Digitized by Google

nach oben unmöglich ist, weil es mit den unteren Partieen des gelben Sandes innig vermengt erscheint, oder es fehlt völlig. Seine deutliche Schichtung beweist, daß es sedimentärer Entwicklung ist.

Das Liegende dieser beiden sandigen Glieder des Diluviums bildet fast allenthalben der Geschiebelehm, welcher regellos mit Geschieben durchsetzt ist und niemals eine Schichtung erkennen läßt. Der Geschiebelehm kann daher nicht im Wasser abgelagert sein; er ist nichts anderes als die Grundmoräne des nordeuropäischen Inlandeises. Seine Mächtigkeit beträgt in Ostfriesland höchstens etwas über 2 m.

Nach der Durchteufung des Geschiebelehms, der nach oben und unten stets sehr scharf begrenzt ist, findet man namentlich im östlichen Ostfriesland, im Harlingerlande, einen blauen Tonmergel, der dank seines oft hohen Kalkgehaltes dem Landwirt einen sehr willkommenen Faktor zur Verbesserung seiner Ländereien darbietet. An anderen Stellen, so bei Marx, Nenndorf bei Westerholt, Schatteburg und an manchen Orten Reiderlands bildet das Liegende der Grundmoräne ein sandiger Glimmerton, der sich durch seine zahllosen glitzernden Glimmerblättchen sofort verrät, weshalb er vom ostfriesischen Volksmunde als „Sülwersand" bezeichnet wird. Oft auch findet man die Grundmoräne von schön geschichteten, mehr oder weniger grobkörnigen Kiesen unterteuft, so im Dorf Moorweg bei Esens, Hoogbeer bei Wittmund, in Plaggenburg und anderen Orten, wo der Kies zur Mörtelbereitung und zur Bestreuung der Gartenpfade ein gesuchtes Material bildet. Ist der Kies sehr feinkörnig und von blendender Weiße, so dient er als Küchensand, mit dem die ländliche ostfriesische Hausfrau den Fußboden ihrer Wohnstube oft in den zierlichsten Figuren bestreut. An einer einzigen Stelle Ostfrieslands, bei Poggenkrug unweit der Westgrenze des Kreises Wittmund, liegt unter der Grundmoräne echter weißer Töpferton.

So repräsentiert das Liegende der Grundmoräne ein sehr vielgestaltiges Glied des Diluviums, das nirgends mehr durch eine zweite Grundmoräne unterbrochen wird, wie sämtliche Bohrungen in Ostfriesland beweisen. Da es bis weit über 50 m hinab verfolgt werden kann, bildet es zugleich auch das mächtigste Glied des ostfriesischen Diluviums. Die Sande, Kiese, Tonmergel und Tone verraten in ihrer Schichtung deutlich den aquatilen Ursprung; sie alle verdanken ihre Entstehung der Sedimentation.

2. Nomenklatur.

Hinsichtlich der Benennung der Einzelglieder des Diluviums wurde von den Glazialgeologen zuweilen eine Nomenklatur beliebt, welche — für die lokalen Verhältnisse immerhin ausreichend — doch nicht den Ansprüchen an eine scharf abgrenzende, klare Bezeichnung, die zugleich die Entstehungsgeschichte des benannten Gliedes andeutete, gerecht wurde. Man sprach von Heidesand, Geschiebesand, Diluvialsand, Diluvialton, Geschiebedecksand u. dergl. mehr. Letztere Bezeichnung wurde beispielsweise von L. Meyn für die sandig-grandige Fazies der Grundmoräne gebraucht, welche von Berendt als „Decksand," von Forch-

Digitized by Google

hammer jedoch als „Geschiebesand" bezeichnet wurde. Mit diesen Termini läßt sich daher eine klare, die Glieder scharf trennende und entwicklungsgeschichtlich kurz und treffend charakterisierende Nomenklatur nicht durchführen. Dieser Forderung aber wird die in Anlehnung an die Terminologie der schwedischen Geologen von J. Martin für das Diluvium des Herzogtums Oldenburg geschaffene Nomenklatur durchaus gerecht; sie wurde daher auch in vorliegender Arbeit der Besprechung des ostfriesischen Diluviums zu Grunde gelegt [1]).

Als das nordeuropäische Inlandeis infolge steten Anwachsens endlich auch Ostfriesland erreichte, wurden von den Gletscherbächen zuerst die aus und unter dem Eise herausschmelzenden und hervorgespülten fein- und grobkörnigen Sande und Kiese abgelagert, während die ihnen suspendierten Tonpartikelchen weit mit fortgeführt und in flachen wassergefüllten Mulden, welche seichte Seeen auf dem schon mit Sanden und Kiesen beschütteten Vorlande des anrückenden Eises bildeten, als horizontal und konkordant geschichtete Tone niedergeschlagen wurden. Da man auf Island, wo die Erscheinungen großer Gletscher studiert wurden, die milchigen Gletscherbäche als „hvitåar" bezeichnet, wird dieses unterste, älteste und mächtigste Glied unseres Diluviums als Frühhvitåglazial benannt. Ihm steht das Späthvitåglazial gegenüber, das erst beim Rückzuge des Eises zur Ablagerung gelangte.

Nun überschritt das Eis selbst diese Vorschüttungsprodukte und überdeckte sie dabei mit der in Ostfriesland fast allenthalben in guter Entwicklung anzutreffenden Grundmoräne, die auch als Subglazial bezeichnet werden kann. Die Grundmoräne, in Ostfriesland meist in der Fazies des Geschiebelehms entwickelt, läßt sich von allen anderen Gliedern des Diluviums aufs unzweideutigste unterscheiden durch ihren Inhalt an Geschiebeblöcken, welche im Gegensatz zu den Geröllblöcken kantengerundet, jedoch nicht gerollt sind. Die Spuren des in der Grundmoräne vor sich gegangenen Schlepptransportes zeigen sie noch oft in deutlichen Glazialschrammen oder ausgeprägten Schliffflächen; viele lassen auch regellos verlaufende Kritzen und Schrammen erkennen. Außer in der Form des Geschiebelehms kommt die Grundmoräne hie und da auch in sandig-grandiger Fazies (als Geschiebekies) vor. Wegen ihres Inhalts an Geschieben kann man sie auch als Geschiebeglazial bezeichnen.

In eine neue Phase trat der Aufbau des Diluviums nun beim Rückzuge des nordeuropäischen Inlandeises. Das im Eiskörper noch vorhandene Material an Sand, Grand und Geschiebeblöcken wurde hierbei auf der längst fertigen Grundmoräne abgesetzt. So entstand als Hangendes der Grundmoräne dieses neue Glied des Diluviums, die Innenmoräne oder das Inglazial. Die beim Abschmelzen des Eises mit großer Kraft einherfließenden Schmelzwasserbäche bemächtigten sich des Innenmoränenmaterials, rollten die Geschiebeblöcke ab zu Rollkieseln, die sie dann mitsamt den inglazialen Sanden und Granden in

[1]) Dr. J. Martin, Diluvialstudien. I. Alter und Gliederung des Diluviums im Herzogtum Oldenburg. 9. Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück, für 1891 u. 1892. S. 154.

Digitized by Google

gutgeschichteten Bänken, deren Neigung und Korngröße dem jeweiligen stärkeren oder schwächeren Fließen der Schmelzwasserbäche entspricht, auf der Grundmoräne ablagerten. Bei sehr schwachem Fließen der Schmelzwasserbäche konnte es vorkommen, daß noch vorhandene tonige Elemente schichtweise abgesetzt wurden, wie ich es im Geröllås von Etzel beobachten konnte. Doch treten solche Tonvorkommen in der Innenmoräne gegen die aus Geröllen und Geröllsanden bestehende Fazies so außerordentlich zurück, daß man die Innenmoräne dem Geschiebeglazial gegenüber wohl ohne Frage mit der Bezeichnung „Geröllglazial" belegen darf. Im Gegensatz zur Grundmoräne, die sich in einer fast ununterbrochenen Decke als Hangendes des Frühhvitåglazials darstellt, ist die Innenmoräne nur streckenweise entwickelt und mancherorts völlig ausgeschaltet.

Schließlich breitete das abschmelzende Eis über die drei unteren Glieder des Diluviums noch eine meist nur 1 m mächtige Schicht „gelben Sandes", der das Produkt einer verhältnismäßig ruhigen Ablagerung ist, wie die schön geschichteten, feinkörnigen Bänke dieses homogenen Sandes dartun, der von den letzten herabrieselnden Schmelzwassern diesergestalt aufbereitet wurde, weshalb wir ihn als Späthvitåglazial bezeichnen. Auch wird er „Decksand" genannt, während ihn, wie bereits erwähnt, der Volksmund als „gelber Sand", „Pielsand" oder „Loopsand" benennt.

Fassen wir nunmehr die am Aufbau des Diluviums beteiligten Glieder zusammen, so unterscheiden wir (von oben nach unten):

4. Späthvitåglazial oder Decksand — bis 5 m (meist 50—100 cm) (gelber oder weißlicher Sand).
3. Innenmoräne, Inglazial oder Geröllglazial — (Geröllsande, Kiese, selten Tone) — streckenweise bis über 4 m.
2. Grundmoräne, Subglazial oder Geschiebeglazial (Geschiebelehm, Geschiebekies) — bis 2 m.
1. Frühhvitåglazial (Kiese, Sand, tonige Sande, sandige Tone, Hvitåtone, Glimmerton, Tonmergel, Töpferton) — 50—80 m.

Glied 2 und 3 lassen sich zusammenfassend bezeichnen als das Moränenglazial, Glied 1 und 4 als Hvitåglazial.

Der wesentliche Unterschied zwischen dieser von J. Martin begründeten und der sonst im norddeutschen Diluvium angewandten Nomenklatur besteht darin, daß der Terminus des Fluvioglazials ganz vermieden wurde, weil im mittleren Emsgebiet und im südlichen Teil des Herzogtums Oldenburg nordisches, glaziales und südliches, fluviatiles (aus Rhein- und Maasfluviatil bestehendes) Diluvium vermengt wurde, also auch mit Recht als Fluvioglazial bezeichnet werden könnte. Außerdem ist auch die Abgrenzung der Begriffe des Hvitåglazials und der Innenmoräne eine andere als die sonst übliche. Unter Hvitåglazial versteht die Terminologie Martins nur diejenigen Sedimente, die von den Gletscherbächen außerhalb des Eisrandes, also auf dem Vorlande des Eises, zur Ablagerung gelangten, während der nomenklatorische Begriff des Fluvioglazials auch auf die Geröllåsar ausgedehnt wird. Da diese aber hinter dem Eisrande, also unterhalb des Eiskörpers, nach

Digitized by Google

der Bearbeitung durch die subglazialen Gewässer zur Ablagerung gelangten, rechnen wir sie mit Martin den Bildungen der Innenmoräne bei.

Außer diesen vier rein glazialen Gliedern des Diluviums unterscheidet J. Martin für das Herzogtum Oldenburg noch ein Früh- und ein Spätfluviatil, die ganz besonders im südlichen Teile des Herzogtums am Aufbau des Diluviums beteiligt sind. Auch van Calker hat das Frühfluviatil für die Provinz Groningen nachgewiesen. In einem Bericht über eine Bohrung in den „hondsrug", jene 62 km lange Geschiebeendmoräne, auf deren Nordende Groningen liegt, heißt es [1]): „Die Bohrung in den Hondsrüg erreichte eine Tiefe von 62,50 m und wurde gemacht bei der neuen Brauerei Barbarossa zu Helpman. . . . Bei 48 m Tiefe kommen in dem groben reinen Sand schon 1½—2 cm große Gerölle von Quarz und Lydit vor, jedoch nichts mehr, das an einen nordischen Ursprung erinnert. Die Größe der Sand- und Grandkörner oder Gerölle nimmt mit der Tiefe zu bis ungefähr 55 m. Dann wird der Sand wieder feiner und die Anzahl größerer Gerölle kleiner. Zwischen 60 und 63 m Tiefe wird der Sand wieder grobkörniger, aber die Gerölle kleiner. Unterhalb einer Tiefe von 52 m ist dieser besonders reine, helle Quarzsand und -grand gemengt mit vielen den Braunkohlen gleichenden Holzbröckchen. Es liegt auf der Hand, daß die grobkörnigen Sand- und Grintschichten durch starkströmendes Flußwasser abgesetzt sind lange vor der ersten Ausbreitung der nordischen Gletscher." Demnach besteht wohl kein Zweifel, daß unter dem Hondsrüg ein Stück jenes großen Schotterfeldes lagert, dessen Geröllmassen der präglaziale Rhein hier absetzte, aber aller Wahrscheinlichkeit nach kaum mehr nach Ostfriesland verschleppt hat, weil der Rhein sich damals sehr wahrscheinlich nordwestlich von Groningen in die Nordsee ergoß [2]).

Bei der Anlegung des künstlichen Kriegshafens Wilhelmshaven wurden beim Dorfe Heppens Bohrversuche gemacht, über deren Ergebnisse ein ausführlicher Bericht von Heinrich Eck [3]) vorliegt, nach welchem die Bohrproben der beiden Bohrlöcher ergaben:

„Alluvium: 37 Fuß bis 33½ Fuß;
Diluvium (Sand): 121 Fuß bis 115 Fuß;
Tertiärformation (Sand und Ton): 478 Fuß resp. 738 Fuß.

Für die Abgrenzung des Diluviums gegen die darunter liegenden Sande haben das Aufhören nordischer Geschiebe und das häufigere Auftreten des Glimmers den Anhalt gegeben." Diese von Eck beliebte Abgrenzung des Diluviums gegen das Tertiär ist so höchst unsicher gestützt, da in

---

[1]) Meededeelingen over eene boring in den Groninger honsdrug en over Groninger Erratica. Voorgedragen in de vierde sectie van het vierde Nederlandsch natuur- en geneeskundig congres door F. J. P. van Calker. S. 2.

[2]) Das vorrückende Inlandeis verdrängte den Rhein dann aus seinem präglazialen Mündungsgebiet, so daß er seit jener Zeit im großen Linksbogen, mit der Maas vereint, südlich von der großen Pseudoendmoräne von Amersfoort der Nordsee zufließt.

[3]) Die Bohrversuche von Heppens. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. XXI. Bd. 1869, S. 458—464.

Digitized by Google

diesem Niveau alle Fossilien fehlen, daß sich daraus für die Kenntnis des untersten Diluviums nichts Sicheres ableiten läßt. Ob die unzweifelhaft das Liegende des Diluviums bildenden tertiären Sande von Frühfluviatil überlagert werden, läßt sich daher aus dem Bohrungsbericht nicht ersehen.

In Ostfriesland ergab die 1904 beim Auricher Bahnhof ausgeführte Bohrung, deren Daten unten ausführlich mitgeteilt werden, in einer Tiefe von 80 m eine 1 m mächtige Schicht von „grobem Kies mit Quarz- und Feuersteinknollen", dessen Liegendes ein 20 cm mächtiger toniger Sand bildet, der das Hangende der auf 81,2 m erbohrten (miozänen) Braunkohle repräsentiert. Ob in diesem 1 m mächtigen Kiese mit den Quarz- und Feuersteinknollen das vom präglazialen Rhein von Südwesten hierher verschleppte Frühfluviatil vorliegt, läßt sich ohne genaue petrographische Untersuchung des Materials nicht nachweisen. Doch läßt sich aus dem Auricher Bohrungsbericht mit Sicherheit schließen, daß das Frühfluviatil unterhalb Aurichs gegenüber den Groninger Vorkommnissen einen verschwindend geringen Anteil am Aufbau des Diluviums hat. Vorläufig fehlt aber für Ostfriesland noch jeder unbedingt sichere Nachweis eines Frühfluviatils.

Über das gleich nach dem Eisrückzuge abgelagerte Spätfluviatil sagt J. Martin [1]): „K. Martin fand Jurageschiebe in abnehmender Häufigkeit von Süd nach Nord über das ganze Diluvialgebiet Oldenburgs verbreitet [2]), so daß er hier keinen Punkt zu nennen weiß, dessen absolute Bezeichnung als nordisches Diluvium noch zulässig wäre [3])."

„Im nördlichen Teil des Herzogtums Oldenburg habe ich nun an zahlreichen Aufschlüssen beobachtet, wie hier überall im Liegenden der Grundmoräne eine Hvitåformation in vollkommen reiner Ausbildungsweise entwickelt ist, und dem entsprechend habe ich in der Grundmoräne niemals südliches Material wahrgenommen. Jene Jurafindlinge, von denen nicht gesagt wird, unter welchen Verhältnissen sie angetroffen wurden, haben daher mutmaßlich an der Erdoberfläche gelegen, indem wir nach dem Befund der Grundmoräne und des Liegenden voraussetzen müssen, daß die Ablagerung des südlichen Materials erst nach dem Rückzuge des Inlandeises erfolgt sein kann."

Diese Angaben veranlaßten mich, auf meinen zahlreichen Exkursionen im ostfriesischen Diluvium mit verdoppeltem Eifer Umschau zu halten nach südlichem Material. Im Späthvitåglazial habe ich niemals etwas anderes eingebettet gefunden als die verschleierte Innenmoräne, die sich stets als rein nordischen Ursprungs erwies. Ein von mir bei Weener an der Landstraße nach Bunde gefundenes, stark verwittertes Stück Wealden, das in seinen äußeren Partieen schon ganz zermürbt

[1]) J. Martin a. a. O. III. Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser. 2. Gliederung des Diluviums. 11. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück, für 1895/96. S. 9.

[2]) K. Martin, Über das Vorkommen eines gemengten Diluviums und anstehenden Tertiärgebirges in den Dammer Bergen, im Süden Oldenburgs. Abhandlungen des naturwissenschaftl. Vereins Bremen, 1882, VII, S. 327.

[3]) K. Martin, Niederländische und nordwestdeutsche Sedimentärgeschiebe, ihre Übereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefakten. Leiden 1878, Seite 58.

Digitized by Google

war und sich leicht mit dem Hammer zerschlagen ließ, ist das einzige, was ich in Ostfriesland an südlichem Material angetroffen habe. Das Stück besteht aus Kalk, der mit zahlreichen Schalen von Cyrena latoovata F. Römer durchsetzt ist, aber weitere Petrefakten nicht enthält. Woher es stammt, ob und wo in Ostfriesland es im Diluvium gelagert hat, ist völlig ungewiß und nicht mehr zu eruieren. Bei Bohmte an der oberen Hunte kommt das Wealden anstehend vor. Es wäre nicht undenkbar, daß dieses Stück mit dem Treibeise der Urems, die ja durch die jetzige Hunte bis Oldenburg, ferner durch die Leda-Jümme und die untere Ems von Leer bis Borkum repräsentiert wird, bis nach Ostfriesland verflößt und, im Flußbette ruhend, durch einen Bagger heraufbefördert worden wäre. Durch irgend welchen Transport könnte es dann nach dem etwa 6 km vom Uremsbett entfernt liegenden Weener gelangt sein. Weit näher liegt eine andere Möglichkeit. Schon Ferdinand Römer berichtet von „Ablagerungen der Wealdbildung", die, wie deren Hervortreten im Bette der Ems bei der Saline Gottesgabe und bei Salzbergen beweist, dort eine weite Verbreitung besitzen[1]). Es liegt daher die Annahme sehr nahe, daß der Block vom Treibeis der Ems nach und nach von Salzbergen nach Weener verflößt worden ist. Demgegenüber muß aber nachdrücklich betont werden, daß sonst auf der Oberfläche des ostfriesischen Diluviums südliches Material bisher nirgends nachweisbar war, und ferner, daß gerade so, wie J. Martin im nördlichen Oldenburg feststellen konnte, auch in Ostfriesland in sämtlichen Aufschlüssen, die mir zu Gesicht gekommen sind, allenthalben ein rein nordisches Material gefunden wurde. Am Aufbau des Diluviums beteiligt sich das Spätfluviatil nirgends, wie ich es sonst im mittleren Emsgebiet und im niederländischen Diluvium oft beobachtet habe. Aus diesen Gründen kann das im südlichen Oldenburg und im mittleren Emsgebiet als stratigraphisches Element im Aufbau des Diluviums nicht unwichtige Spätfluviatil für das ostfriesische Diluvium als schichtbildender Faktor nicht in Ansatz gebracht werden.

Die bei der Schilderung der Fazies gebrauchten Bezeichnungen Hvitåsand, Hvitåton, Glimmerton, Töpferton, sandiger Ton, toniger Sand, Tonmergel, Geröllsand, Grand, Geschiebekies, Geschiebesand, Geschiebelehm, Geschiebemergel und dergleichen mehr erklären sich von selbst.

Hinsichtlich der orographischen Erscheinungsformen werden im Moränenglazial unterschieden: Geröllde cke, Geröllhügel, Geröllås, Geröllendmoräne; ferner Geschiebedecke, Geschiebehügel, Geschiebeås, Geschiebeendmoräne.

Höhenzüge, die aus reinem Frühhvitåglazial aufgebaut sind, denen also die Decke der jüngeren Glieder des Diluviums fehlt, werden nach allgemein üblicher Terminologie auch in vorliegender Arbeit als Durchragungszüge aufgeführt.

[1]) Ferdinand Römer, Die jurassische Weserkette. Eine geognostische Monographie. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1857, S. 716. Weiter berichtet darüber: G. Müller, Untere Kreide im Emsbett nördlich von Rheine. Jahrbuch der geologischen Landesanstalt für 1895.

Digitized by Google

Innenmoräne und Späthvitåglacial in Upgant.

(Im Späthvitåglacial die wenig mächtigen Bänkchen durch 4 Monate währende Windwirkungen scharf hervortretend.)

Tafel 1.

Digitized by Google

Digitized by Google

3. Geognostischer Aufbau des ostfriesischen Diluviums.

a) Das ostfriesische Pleistozän als Transgression auf dem Miozän.

Aus den geologischen Verhältnissen am Nordsaume der südhannoverschen jurassischen Faltungszüge und des Harzes wissen wir, daß im Mitteltertiär hier große Störungen im Schichtenbau der Erdrinde vorgekommen sind, die sich in Faltungen, Brüchen, Verwerfungen, Absenkungen u. s. w. äußern. Weiter nordwärts verhüllt die diluviale Decke das ältere Gebirge fast ganz, und nur inselartige Durchragungen ermöglichen eine höchst lückenhafte Untersuchung desselben. Davon liegen Ostfriesland am nächsten die Klippe von Helgoland, die — von Südwest nach Nordost auffolgend — sich aufbaut aus oberem Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk, unterer und oberer Kreide, ferner das Neokom von Bentheim, Gildehaus und dem Isterberge (Grafschaft Bentheim). Bei Stade finden sich paläozoische Tone, die man dem Zechsteine zurechnet; bei Lüneburg treten im Schildstein, Kalk- und Zeltberg die mittlere Trias und die Kreide als anstehendes Gebirge auf. Im südlichen Teile von Schleswig-Holstein liegen bei Segeberg, Stipsdorf, Lieth bei Elmshorn und in Schobüll Inseln des jüngsten Paläozoikums im Zechstein zu Tage, während bei Lägerdorf-Schinkel in der Quadraten- und Mukronatenkreide des Senons die oberste Kreide unter einer schwachen diluvialen Decke ansteht. Diese wenigen aber sehr heterogenen Vorkommnisse geben ebenso deutlich Kunde von der intensiven tektonischen Umgestaltung, welche das vorquartäre Gebirge durchlebt hat, als sie auch irgendwelche Schlüsse auf die Gebirgsart im Liegenden des ostfriesischen Diluviums von vornherein verbieten.

Aus Ostfriesland ist bisher nur ein Fall von Durchteufung des Diluviums bekannt geworden. Es ist die 1904 beim Bahnhof Aurich ausgeführte Bohrung, die bei 81,2 m Tiefe Braunkohle förderte. Die Bohrungen in Wilhelmshafen ergaben als Liegendes des Diluviums tertiäre Sande. Nun ist weder in Schleswig-Holstein, noch westlich von der Elbe bis tief nach Holland hinein unter dem Diluvium bisher nirgends das Pliozän nachgewiesen worden, hingegen an sehr vielen Stellen das Miozän, das sogar anstehend angetroffen wird unter der aufgeschlossenen diluvialen Decke bei Hassendorf, Rohrssen bei Syke, Twistringen, Kieselhorst und Beckstedt [1]). Es liegt daher die Annahme nahe, daß auch unter dem ostfriesischen Diluvium das Pliozän fehlt, wofür auch der Bericht über die Auricher Bohrung spricht. Sehr wahrscheinlich gehört die beim Auricher Bahnhof erbohrte Braunkohle dem Miozän an, woraus sich ergäbe, daß auch hier das Pliozän in präglazialer Zeit wieder beseitigt wurde oder aber niemals existiert hat. Entweder war also unsere Gegend schon zu Ende des Miozäns aus dem tertiären Meere oder aus großen Süßwasserbecken emporgestiegen, so daß sich hier Sedimente des Pliozäns überhaupt nicht ablagern konnten,

[1]) August Jordan, Die organischen Reste in den Bohrproben von der Tiefbohrung auf dem (Bremer) Schlachthofe. Abhandlungen des naturwiss. Vereins Bremen XVII. Bd. Bremen 1903, S. 523 ff.

Digitized by Google

oder die Hebung geschah im Laufe des Pliozäns, jedoch so frühzeitig, daß die pliozänen Sedimente wieder beseitigt wurden. Für letztere Annahme würde sprechen, daß bei Beckstedt Unter-, Mittel- und Obermiozän vertreten sind. Immerhin ist es keineswegs ausgeschlossen, daß sich noch hie und da ein Rest des Pliozäns erhalten hat. Auch könnte das Klima der Eiszeit den letzten Rest des Pliozäns beseitigt haben. Daß das vorrückende Inlandeis eine große erodierende und mechanisch wegräumende Wirkung auf die pliozänen Schichten sollte ausgeübt haben, ist nicht denkbar. Bei unseren noch so sehr lückenhaften Kenntnissen hinsichtlich des Liegenden des norddeutschen Diluviums müssen wir uns mit dem Wahrscheinlichkeitsschluß begnügen, daß das ostfriesische Diluvium als eine Transgression auf dem Miozän aufzufassen ist.

b) Stratigraphie des ostfriesischen Diluviums.

I. Das Frühhvitåglazial.

Das jüngste und zugleich eines der wichtigsten Dokumente über das unterste Glied des Diluviums bilden die Bohrproben des am Auricher Bahnhof im Jahre 1904 gebohrten Brunnens. Sie wurden vom Betriebsingenieur Schackmann gesammelt, in einem Kästchen sehr instruktiv zusammengestellt und dem Museum in Emden geschenkt. Wäre ein geologischer Experte bei der Bohrung zugegen gewesen, so würden einige Bezeichnungen bestimmter gefaßt worden sein. Dennoch gebührt Herrn Schackmann für die wertvolle Gabe die dankbarste Anerkennung. Die Angaben Schackmanns sind folgende:

0,0— 1,9 m: aufgeschütteter Sand[1]),
1,9— 8,0 m: sandiger Ton[2]),
8,0—21,0 m: gemeiner Ton,
21,0—29,0 m: Töpferton,
29,0—34,5 m: sandiger Ton,
34,5—35,5 m: Töpferton,
35,5—45,0 m: sandiger Ton,
45,0—51,0 m: gemeiner Ton,
51,0—53,0 m: sandiger Ton,
53,0—59,0 m: Ton,
59,0—67,0 m: humoser Ton,
67,0—68,0 m: sandiger Ton,

[1]) Das Späthvitåglazial.

[2]) Hier liegt offenbar ein Beobachtungsfehler vor. In und um Aurich zeigte sich an allen mir zugänglichen Aufschlüssen und Gräben die Grundmoräne in der Fazies des Geschiebelehms in einer Mächtigkeit von 1 m bis 1,30 m entwickelt, zuweilen als magerer, sandiger Lehm und manchmal ohne größere Geschiebe, jedoch niemals 6 m mächtig wie überhaupt nirgends in Ostfriesland. Hier muß also unter der Grundmoräne ein sandiger Ton lagern, den man von dem mageren, sandigen Lehm nicht zu trennen vermochte, so daß hier zwei faziell sehr ähnliche Schichten verschiedenen Alters vereinigt worden sind. Solche Beobachtungsfehler kommen bei Bohrungen im Diluvium öfter vor.

Digitized by Google

68,0—74,0 m: Sand,
74,0—76,0 m: weicher Sand,
76,0—80,0 m: Kiessand,
80,0—81,0 m: grober Kies mit Quarz und Feuersteinknollen,
81,0—81,2 m: toniger Sand,
81,2—85,0 m: Braunkohle.

Ferner finden sich im Emder Museum Bohrproben der Schalker Werke aus einer Bohrung „1/2 Stunde von Suurhusen", welche folgende Bezeichnungen tragen:

13—17 m: kalkhaltiger, dunkelblauer Ton,
17—40 m: feinkörniger Kies,
40—45 m: grobkörniger (grauer) Kies,
45—54 m: grauer Kies von mittlerem Korn,
54—57 m: kalkfreier, plastischer Ton.

Beide Probenserien, insbesondere die von Schackmann herrührenden Bohrproben, gewähren einen trefflichen Einblick in die Vielgestaltigkeit des Frühhvitåglazials. Rechnen wir einmal den groben Kies mit Quarz und Feuersteinknollen, der unterhalb Aurichs auf 80 m Tiefe erbohrt wurde, zu dem für Ostfriesland noch durchaus hypothetischen Frühfluviatil, so ergibt sich für das unter Aurich lagernde Frühhvitåglazial (unter Abzug von 2 m für das Späthvitåglazial und weiteren 2 m für die Grundmoräne) die stattliche Mächtigkeit von 76 m, die bei Suurhusen mindestens 50—53 m betrug.

Im „79. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden pro 1893/94" werden von G. Voß „Mitteilungen über Erdbohrungen in der Stadt Emden und deren Umgebung" gemacht. Die tiefste Bohrung reichte bis 66 m hinab. Aus den im wesentlichen dasselbe bietenden Bohrungsberichten sei derjenige über diese tiefste Bohrung hier zitiert:

„5. in Suurhusen, Schwarzer Weg, etwa 8,3 km von Emden: bis 1,30 m Mutterboden, bis 4,00 m Moor, bis 6,50 m blauer Ton, bis 11,00 m scharfer grauer Schlammsand, bis 20,50 m scharfer weißer Sand, bis 22,50 m grober weißer Quarz, bis 35,00 m grober weißer Sand, bis 40,00 m scharfer grauer Sand, bis 57,00 m scharfer weißer Sand, bis 59,00 m feiner Schlammsand, bis 60,00 m desgleichen mit Ton, bis 66,00 m grauer scharfer Sand."

Der von 4 bis 6,50 m Tiefe erbohrte „blaue Ton" ist offenbar nichts anderes als die hier ohne Geschiebeblöcke angetroffene Grundmoräne in der Fazies eines blauen Geschiebelehms. Demnach wäre an dieser Stelle das Frühhvitåglazial wenigstens 59,50 m mächtig.

Aus diesen Ziffern geht deutlich hervor, daß dem Frühhvitåglazial als dem mächtigsten Gliede wenigstens der 15—20fache Anteil am Aufbau des ostfriesischen Diluviums zugesprochen werden muß im Vergleich zum Gesamtvolumen der drei übrigen Glieder, nämlich der Grundmoräne, Innenmoräne und des Späthvitåglazials.

Digitized by Google

Der gänzliche Mangel an marinen Tierresten und sonstigen auf marine Fazies deutenden organischen Einschlüssen, der bei sämtlichen Bohrungen konstatiert wurde, läßt die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß das ostfriesische Frühhvitåglazial nirgends marinen Ursprungs sei.

Um die Vielgestaltigkeit dieses untersten Gliedes des ostfriesischen Diluviums darzutun, mögen hier eine Anzahl von den mir zu Gesicht gekommenen Aufschlüssen des Frühhvitåglazials kurz registriert werden:

Ort.	Fazies des Frühhvitåglazials.
Diele	feinkörniger Kies.
Stapelmoor	Hvitåton („Potklei") [1]).
Holtgaste (Reiderland)	südwärts Glimmerton; nordwärts feiner Kies.
Rhaude	feiner Kies oder Glimmerton.
Holte	bei der ländlichen Brauerei 24 m durch Hvitåton gebohrt, dessen Liegendes ein feinkörniger Kies bildete, der gutes Wasser liefert.
Holte	bei der Molkerei unter einer etwa 70 cm mächtigen Lehmdecke grauer feiner Kies mit Holzstückchen erbohrt, der 2 m mächtig war, darunter feiner weißer Kies bis 15 m Tiefe, der treffliches Wasser liefert.
Schatteburg	Glimmerton.
Bullerbarg bei Steenfelde (Ziegelei)	blauschwarzer Hvitåton mit eisenhaltigen Konkretionen, als gutes Ziegelmaterial abgebaut.
Heisfelde	in den vier Kiesgruben allenthalben grober oder feinkörniger Kies.
Zwischen Hesel und Schwerinsdorf	grobe und feine Kiese in Wechsellagerung.
Zwischen Grootsander und der oldenburg. Grenze	feinkörniger Kies.
Kleinoldendorf	grobkörniger Kies.
Südviktorbur	blauer Hvitåton.
Tannenhusen	sehr feinkörniger Kies.
Plaggenburg (Büntingsche Kiesgrube)	feinkörniger und auch grober Kies; letzterer an einer Stelle stark diskordant geschichtet, mit vielen kirschgroßen Geröllen.
Lüdstede (Ziegelei)	kalkhaltiger Tonmergel.
Nenndorf (Rüstmannsche Kiesgrube)	sehr grobkörniger Kies.
Nenndorf (Ziegelei)	blaugrauer, mergelartiger Glimmerton.

[1]) Nach einstimmiger Aussage der Bevölkerung soll der „Potklei" im Reiderlande weit verbreitet sein.

Digitized by Google

Ort.	Fazies des Frühhvitåglazials.
Westlich von Esens (Holtgaster Feldmark) . . .	blauer, kalkhaltiger Tonmergel.
Moorweg bei Esens (Kiesgrube im Dorfe) . . .	feinkörniger Kies.
Moorweg (Ziegelei) . .	blauer Tonmergel von hohem Kalkgehalt.
Angelsburg (bei Wittmund)	grobkörniger, von Eisenhydroxyd dunkelbraun gefärbter Kies.
Hoogbeer (bei Wittmund)	sehr feinkörniger weißer Kies, der in einer zweiten Grube durch Eisenhydroxyd stark gebräunt war.
Uttel (nördlich vom Dorfe)	sehr kalkhaltiger, blauer Tonmergel.
Uttel (im Dorfe) . . .	sehr feinkörniger Kies.
Poggenkrug	weißer Töpferton mit einzelnen eingelagerten Bänkchen feinkörnigen Kieses.
Ardorf (Ziegelei) . . .	sehr kalkhaltiger, blauer Tonmergel.
Ogenbargen (Ziegelei) . .	blauer Tonmergel von hohem Kalkgehalt, dort auch in mehreren Mergelgruben aufgeschlossen.
Middels (südlich von der Kirche)	kalkhaltiger Tonmergel.
Middels-Westerloog (Ziegelei)	kalkhaltiger Tonmergel.
Rispel (Ziegelei) . . .	blauer, sehr kalkhaltiger Tonmergel.
Marx (Ziegelei)	Glimmerton.
Strooth (bei Friedeburg) .	sehr grobkörniger Kies.
Hohejohls (bei Etzel) . .	feinkörniger Kies.
Wiesedermeer	grobkörniger Kies.
Wiesederfehn	sehr feinkörniger Kies.

Das gesamte Frühhvitåglazial, dessen formenreiche petrographische Beschaffenheit aus vorstehenden Daten deutlich hervorgeht, zeigt als ausnahmslos vom Wasser abgelagerte Sedimentbildung stets eine mehr oder minder deutliche Schichtung. Hinsichtlich der psammitischen Fazies gilt als allgemeines Gesetz, daß proportional mit der wachsenden Größe des Korns auch die Diskordanz der Einzelbänke und Schichten zunimmt. Während das Späthvitåglazial in Ostfriesland nur in einer, sich allerorten gleichbleibenden Fazies, der des Geröllsandes, auftritt, gilt in dem so mächtig entwickelten Frühhvitåglazial die Wechsellagerung von Serien kiesiger, sandiger, toniger Bänke als Regel. Über die Ablagerung dieser Hvitåsedimente durch die Schmelzwasserbäche gibt Keilhack in seinen Gletscherstudien auf Island[1]) folgende sehr anschauliche Schilderung: „Von der raschen Veränderlichkeit dieser Stromläufe zeugt auch der Umstand, daß der einige Male im Jahre diese Gegend berührende Postreiter jedesmal eines Führers bedarf, und daß ein bestimmter die Verbindung vermittelnder Mann auf jeder Seite des

[1]) Konrad Keilhack, Vergleichende Beobachtungen an isländischen Gletscher- und norddeutschen Diluvialablagerungen. Jahrbuch der Königl. preuß. geologischen Landesanstalt für 1883, S. 163.

Digitized by Google

Deltas lebt, der mit allen Veränderungen der immer nur an einzelnen Stellen passierbaren Flüsse vertraut bleibt. Die Ursache dieser eigentümlichen Erscheinung ist in den enormen Mengen von Sand und Kies zu suchen, welche diese Gletscherflüsse im Gegensatze zu den Gebirgsflüssen mit sich führen. Sobald nun ihr Gefälle sich etwas vermindert und ihre Geschwindigkeit abnimmt, was bei dem Eintritt in das Tiefland geschieht, haben sie nicht mehr die nötige Kraft, alles Material weiterzuschaffen, und lassen es fallen. Dadurch dämmen sie sich selbst ihren Weg zu, werden aufgestaut, suchen sich ein neues Bett, werden durch Bildung von Sand- und Kiesbänken innerhalb derselben zu Gabelungen und vielfach sich wiederholenden Inselbildungen veranlaßt und sind so in der Lage, immerfort ihren Lauf wechselnd, mit der Zeit außerordentlich große Flächen mit Sand und Kies zu überschütten. Diese Ablagerungen nun zeigen in ihrem inneren Baue eine außerordentliche und anfangs auf mich geradezu überraschend wirkende Übereinstimmung mit den ausgedehnten Bildungen unteren Sandes in unserem Vaterlande, wie das an mehreren tiefen Flußeinschnitten, zumal am Fulilaekr, dem Ausflusse des Solheima-Jökull, vortrefflich zu sehen war: eine vorzüglich ausgebildete diskordante Parallelstruktur, eine Wechsellagerung des gröberen Materials mit feinerem und unregelmäßige Einlagerungen ganz feiner bis toniger Bildungen." — Wo sich nun auf dem Vorlande des Inlandeises infolge der Arbeit der Gletscherbäche flache Mulden bildeten, kamen vorübergehend Seeen zu stande, in denen die den Schmelzwassern suspendierten Tonpartikelchen zur Ablagerung gelangten, deren planparallele Schichten nach Gesamtumfang und Bau zu linsenförmigen, manchmal ausgebreiteten Tonlagern anwuchsen. Oft sind diesem Hvitåton Glimmerblättchen in zahlloser Menge beigefügt. Diese Fazies wird in Ostfriesland „Sülwersand", in der Vareler Gegend, wo ich sie auch häufig antraf, „Schmink" genannt. Im Reiderlande wird sie mit dem holländischen Namen „Potklei" belegt, als welchen ich den Glimmerton auch bei Winschoten und Groningen kennen lernte.

Im östlichen Ostfriesland, dem sogenannten Harlingerlande, bildet das Liegende der Grundmoräne an sehr vielen Örtlichkeiten ein blauer, sehr fein geschichteter, kalkhaltiger Tonmergel, vom Volke schlechtweg als Mergel benannt, der hier von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist, da er dem kalkarmen Geestboden den sehr willkommenen Zusatz von $CaCO_3$ gewährt. Sein Abbau wird daher hier von den Landwirten systematisch betrieben. So bildet er für das östliche Ostfriesland eine wertvolle Gabe des an Bodenschätzen sonst so kargen Diluviums. Die Ziegeleien verwenden neben dem Material der Grundmoräne auch die oberste Schicht dieses Tonmergels mit zur Ziegelfabrikation. Bei Poggenkrug, nicht weit von der Westgrenze des Kreises Wittmund, findet sich südlich von der von Ogenbargen nach Wittmund führenden Landstraße ein Töpfertonlager, dessen schön weißes Material von der Tonwarenfabrik Janßen & Co. in Wittmund zu Tongeschirr technisch verarbeitet wird. Es ist das einzige in Ausbeutung befindliche Vorkommen von Töpferton in ganz Ostfriesland. Auch habe ich nirgends sonst unmittelbar unterhalb der Grundmoräne Töpferton angetroffen. Doch kommen nach einer gütigen Mitteilung des Herrn Hauptlehrers Focken

Digitized by Google

in Middels dort tief unten im Mergel eingelagert Bänke weißen Töpfertones vor, wovon ich mich durch die übersandten Proben selbst überzeugen konnte. In Plaggenburg bei Aurich, Heisfelde bei Leer, Moorweg bei Esens und an manchen anderen Orten ist das Frühhvitåglazial in der Fazies eines Kieses entwickelt, der oft die diskordante Parallelstruktur in schönster Ausprägung erkennen läßt; er dient zur Mörtelbereitung und zur Beschotterung der Gartenpfade. Vielfach enthalten die obersten Schichten des Frühhvitåglazials einen sehr feinkörnigen, weißen Kies, der von den ländlichen Hausfrauen als „Streusand" oder „Küchensand" zur Bestreuung des Fußbodens der Wohnstube benutzt wird und daher einen bescheidenen Handelsartikel bildet.

In der sandig-kiesigen Fazies zeigen sich die Einzelbänke oft durch braunrote Linien, sogen. „Adern", abgegrenzt, die einer Infiltration von Eisenhydroxyden ($Fe(OH)_3$) ihren Ursprung verdanken. Die oberste Partie jeder Einzelbank enthält natürlich das feinste Material, dem in der allerobersten Schicht noch oft Tonpartikelchen beigemengt sind, in welchen die mit dem Sickerwasser hinabgelangenden Eisenverbindungen festgehalten und weiter oxydiert werden, so daß sie im Laufe der Zeit dann durch ihre rötliche Färbung sichtbar werden. Der Eisengehalt entstammt den während des glazialen Schlepptransportes zerriebenen Gesteinsbrocken, ebenso wie der oft hohe Kalkgehalt der Tone, insbesondere auch des Tonmergels, der namentlich von den aus dem Westbaltikum und der cimbrischen Halbinsel herübergeschobenen Kreidebrocken herzuleiten ist.

Wie mir die Arbeiter in der van Hoornschen Kiesgrube in Heisfelde berichteten, wurden dort hin und wieder auch kleine Holzbröckchen, die braun und mürbe seien, so daß man sie mit den Fingern zerreiben könne, im frühhvitåglazialen Kiese angetroffen, ebenso im Bohrloche bei der Molkerei Holte, wie mir an Ort und Stelle von durchaus zuverlässiger Seite mitgeteilt wurde. Leider habe ich selbst diese Tatsache in Ostfriesland nicht beobachten können.

Abgesehen von erbsen- bis bohnengroßen Geröllen, die in den grobkörnigen Kiesen vorkommen und deren Transport durch die Schmelzwasserbäche leicht erklärlich ist, trifft man Blöcke im Frühhvitåglazial sehr selten an. In Ostfriesland ist mir nur ein einziger solcher Fundort bekannt geworden; es ist die van Hoornsche Kiesgrube, an der Ostflanke des Durchragungszuges von Heisfelde gelegen. Hier lagern meist $1^1/_2$ m unter der in der Fazies des typischen Geschiebelehms auftretenden Grundmoräne Blöcke von Faust- bis über Kopfgröße, zuweilen von 30—40 cm langen Grundmoränenschollen begleitet, wie ich im April 1904 und im September 1905 selbst beobachtet habe. Derartige Funde werden in dieser Kiesgrube jede Woche gemacht. In meinem Besitze befindet sich ein ziemlich gerundeter Block von Kopfgröße, der in meiner Gegenwart ausgegraben wurde. Er ist an der einen Seite mit außerordentlich schönen Glazialschrammen versehen, wie ich es zum zweiten Male bei keinem einzigen Block des ganzen ostfriesischen Diluviums beobachtet habe. Er kann also wenigstens im letzten Teile des Transportes nicht im Wasser gerollt worden sein. A. Erdmann hat diese zuerst in Schweden beobachtete Erscheinung des Vorkommens

Digitized by Google

von Blöcken im Frühhvitåglazial beschrieben und richtig gedeutet[1]). Er fand sie im frühhvitåglazialen Tone. Die diese Blöcke umlagernden Tonschichten schlossen sich der unebenen Struktur der Blockoberfläche völlig an und zeigten unterhalb und oberhalb des Blockes mulden- und sattelartige Einbiegungen nach unten. Daraus muß gefolgert werden, daß dieser Block nach Ablagerung der Tonschichten in dieselben einsank. Nun kann das so sehr langsam fließende Schmelzwasser, das jene Tonschichten ablagerte, einen solchen Block unmöglich dorthin transportiert haben. Es bleibt nichts anderes übrig als die Annahme, daß schwimmendes Eis, das den Block umschloß, mit den Schmelzwassern über diese Schichten gelangte und beim Versagen der Tragfähigkeit infolge des Schmelzverlustes den Block hinabsinken ließ. Diese Schlußfolgerung wird gestützt durch eine Beobachtung Thoroddsens auf Island, von der berichtet wird[2]): „Die Jökulsá á Breidamerkursandi ist ein ebenso gefährlicher als häßlicher Gletscherstrom. Dunkelrotbraunes Wasser kommt brüllend aus einem Loche unter dem Gletscherrande hervor und führt große und kleine Eisschollen mit sich." So sind auch die im frühhvitåglazialen Kies von Heisfelde vorkommenden Blöcke durch Drift mit schwimmendem Eise dorthin gelangt, ebenso die kleinen Schollen von Grundmoränenmaterial. J. Martin hat für diese Blöcke gemäß der schwedischen Bezeichnung „drifisblock" die Benennung „Driftblock" vorgeschlagen, die diese Driftablagerung treffend als solche bezeichnet. Nach der Einbettung der Heisfelder Driftblöcke in den frühhvitåglazialen Kies wurden sie von den Schmelzwasserbächen noch mit einer mehr als 1 m mächtigen Kieslage überdeckt.

In den obersten Schichten des Frühhvitåglazials, die in unmittelbarer Nachbarschaft der Grundmoränendecke gelagert sind, gewahrt man in sehr vielen Aufschlüssen Störungen durch Eisschub und Eispressung, was ja eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist. Zuweilen finden sich ganze Schollen der Grundmoräne in die obersten Partieen des Frühhvitåglazials eingepreßt, wie ich es in Heisfelde und in einem Aufschlusse bei Schwerinsdorf beobachten konnte.

An den glazialen Höhenbildungen Ostfrieslands nimmt das Frühhvitåglazial nur in bescheidener Weise teil, indem es die oberen Glieder des Diluviums durchragt. Ostfriesland bietet zwei solcher Durchragungszüge in den Höhen von Heisfelde und Middels.

Im 88. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden (für 1902—1903) wird von P. Drost in Marburg das Ergebnis einer chemischen Analyse von Hvitåton berichtet, der auf Nesserland bei Emden erbohrt wurde: „In 16 m Tiefe unter Flutnull stieß man auf eine harte Schicht (schwarz, pechähnlich), die man bei 26 m durchstieß. In einiger Entfernung davon fand man nur Sand.

„Der Boden ist ein sehr feinkörniger Tonboden, von dem man glauben möchte, daß er als Töpferton Verwendung finden könnte; er

---

[1]) A. Erdmann, Bidrag till kännedomen om Sveriges qvartära bildningar. Sveriges geologiska Undersökning. Serie C, Nr. 1. Stockholm 1868, S. 73, 74 u. 135.

[2]) M. Lehmann-Filhés, Dr. Thoroddsens Reise im südöstlichen Island im Sommer 1894. Globus, Bd. 68, 1895, S. 160.

Digitized by Google

hat trocken eine dunkelgraue, angefeuchtet eine fast schwarze Farbe. Reste von Muschelschalen und Pflanzenwurzeln konnte ich nicht darin entdecken. Auch grobkörniger Sand fehlt gänzlich. Ein Stück war beigelegt, so wie es aus der Erdbohre herausgekommen war. Die glatten Flächen desselben fühlten sich fettig an. Zum Zwecke der Untersuchung wurde der Boden zerstoßen und durch ein 1 mm-Sieb gegeben. Die nachfolgenden Zahlen beziehen sich sämtlich auf lufttrockenen Boden.

„Die wässerige Lösung des Bodens reagiert schwach alkalisch.

Wasserverlust nach Trocknen bei reichlich 100° C. . .	8,14 %
Verlust nach längerem gelinden Erhitzen	15,18 „
Glühverlust	21,56 „
Kohlensäure	2,70 „
Gesamtstickstoff	0,123 „

„Um die mineralischen Bestandteile zu ermitteln, wurden zwei Lösungen hergestellt, die eine durch Kochen mit Salzsäure, die andere durch Schütteln mit kaltem, destilliertem Wasser. Die bei den Untersuchungen gefundenen Zahlen stelle ich nebeneinander:

	Salzsäurelösung %	Wässerige Lösung %
Kieselsäure (SiO_2) . . .	0,12	0,0015
Eisen (Fe_2O_3)	4,5	—
Tonerde (Al_2O_3)	6,5	—
Phosphorsäure (P_2O_5) . .	0,133	0,0064
Kalk (CaO)	3,5	0,055
Magnesia (MgO)	1,2	0,009
Schwefeltrioxyd (SO_3) . .	0,078	0,032
Kali (K_2O)	0,684	0,089
Chlor	—	0,052

Dieser von Drost ausgeführten chemischen Analyse möchte ich noch hinzufügen, daß es sich hier um nichts anderes als um einen frühhvitåglazialen Ton handeln kann, obgleich man bei der Bohrung glaubte, eine „große Schicht Pulvererde“ (die nur in der Marsch vorkommt) vor sich zu haben. Das bei 16 m unter Flutnull liegende obere Niveau der Tonschicht, der Wechsel der Fazies und endlich die chemische Analyse selbst lassen über die Identifikation der untersuchten Bodenproben mit unterem Hvitåton nicht den geringsten Zweifel bestehen.

2. Die Grundmoräne.

Nach dem Aufbau des Frühhvitåglazials im Vorlande des nordeuropäischen Inlandeises überschritt nun das Eis selbst dieses älteste und mächtigste Glied des Diluviums und lagerte hierbei die Grund-

Digitized by Google

moräne ab, mit der es das Frühhvitåglazial wie mit einer großen, fast ununterbrochenen Decke überzog. Die Grundmoräne ist die wichtigste Leitschicht im ganzen Diluvium und gewährt stets die sicherste Orientierung in der stratigraphischen Reihe.

Über die Entstehung der Grundmoräne berichtet Erich v. Drygalski, der bekannte Forscher der Arktis und Antarktis[1]), folgendes: „Die reinste Form der Grundmoräne ist die, welche unmittelbar und ohne jede Häufung aus der Schichtung hervorgeht, wie es auf den Tafeln 27 und 28 dargestellt ist; sie entsteht durch das Schwinden des Eiszementes und ist der Schuttbestand, welchen das betreffende Eisgebiet führte. Ich habe am Rande nirgends eine Mächtigkeit dieser reinen Grundmoräne beobachten können, welche den Betrag von 1 bis 2 m überstieg. Sie war am dicksten dort, wo das Eis in Vertiefungen und Stufen hineintrat, und fehlte vollkommen, wo es auf kahlen Felshängen hinabzog."

Im ostfriesischen Diluvium ist die Grundmoräne fast allenthalben in der Fazies des Geschiebelehms entwickelt. Sie kommt aber stellenweise auch in Form einer namentlich in der Gegend von Kloster Barthe verbreiteten und den dortigen Landleuten sehr bekannten Steinpackung und hier und da in einer sandig-grandigen Fazies vor, als welche sie aber dem Volke ganz unbekannt zu sein scheint. Die Lokalmoränenfazies fehlt natürlich der ostfriesischen Grundmoräne völlig, da das Eis anstehendes Gestein nirgends mehr antraf, sondern allerorten über das Frühhvitåglazial hinwegschritt.

1. Die Grundmoräne als Geschiebelehm. Diese Fazies des Subglazials ist so allgemein verbreitet im ganzen Gebiete der ostfriesischen Geest, daß man von einer fast ununterbrochenen Geschiebelehmdecke im ostfriesischen Diluvium reden darf. In den meisten Fällen lassen sich Geschiebe im Lehm nachweisen von Erbsengröße bis fast 1 cbm Rauminhalt. Sie durchsetzen den Lehm in fast allen Fällen regellos in vielgestaltigem Wechsel ohne irgendwelche Anordnung. Nur ein einziges Mal hatte ich Gelegenheit zu beobachten, wie auch im Geschiebelehm, in dem Schichtung niemals wahrzunehmen ist, in gewissem Sinne eine Anordnung der Blöcke nach der Größe vorkommen kann. Im April 1904 sah ich in der van Hoornschen Kiesgrube in Heisfelde am unteren Saume einer etwa 1,25 m mächtigen Geschiebelehmdecke die bis über kopfgroßen Blöcke zu einer regelrechten Steinpackung angeordnet. Bei genauerer Untersuchung ergab sich, daß auch oberhalb dieser Steinpackung kleinere Blöcke vorhanden waren, deren Häufigkeit nach unten hin zunahm. Hier muß also das Geschiebeglazial im Momente der Ablagerung einen so geringen Grad von Konsistenz gehabt haben, daß es den schwersten Blöcken möglich war, der Schwerkraft folgend, sich am Grunde der Lehmdecke abzulagern. Später habe ich weder in Heisfelde, noch irgendwo sonst in Ostfriesland diese Beobachtung zum zweiten Male machen können. Man darf aber den in situ erkennbaren Blockinhalt des Geschiebelehms nicht als seinen inte-

[1]) Erich von Drygalski, Grönlandexpedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 1891—1893. Berlin, Kuhl. 1897, Bd. I, S. 109.

Digitized by Google

grierenden Bestandteil betrachten, da es zuweilen vorkommt, daß in ihm auch kleine Geschiebe nicht nachweisbar sind, wie denn überhaupt Frequenz und Volumen der Geschiebe außerordentlich wechseln können. Schlämmt man dann aber diesen scheinbar blockfreien Geschiebelehm, so hinterbleibt als Rückstand stets ein buntkörniger Sand. Er stellt eine Sammlung allerkleinster Blöckchen dar, die im kleinsten Miniaturformat und in ihrem mannigfaltigen, bunten Wechsel ein interessantes Bild vom Geschiebeinhalt der Grundmoräne darbieten. Die Oberfläche der Geschiebelehmdecke ist meist eben oder sehr schwach wellig; die Unterkante aber bildet in den Aufschlüssen manchmal eine regellos krumm verlaufende Linie, weil die Decke des Geschiebeglazials vom Eise in die Unebenheiten des Frühhvitåglazials hineingepreßt wurde. Daher zeigen die Aufschlüsse, welche quer zur Richtung des Eisstromes verlaufen und mithin ein Transversalprofil darbieten, meist einen viel unruhigeren Verlauf der Grenzlinien zwischen Lehm und Frühhvitåglazial als aufgeschlossene Längsprofile. In Querprofilen kann auf Strecken von 5—10 m in Einzelfällen die Mächtigkeit des Geschiebelehms von 30 cm auf über 1,50 m anwachsen, worauf dann wieder in unregelmäßig welliger Linie eine Einschrumpfung folgt. Der so wechselvollen petrographischen Beschaffenheit der Grundmoräne steht demnach eine fast ebenso große Variabilität in der Mächtigkeit gegenüber, die in Ostfriesland selten 2,00 m überschreitet — nirgends habe ich 2,50 m messen können — andererseits auch wieder zu dünnen Lagen von 10 bis 20 cm Dicke zusammenzuschrumpfen vermag. Der ausgetrocknete Geschiebelehm ist vermöge seines manchmal hohen Gehaltes an tonigen Bestandteilen oft steinhart. In Heisfelde mußte die Lehmdecke mit „Hauweelen" losgeschlagen werden, bevor die Arbeiter den frühhvitåglazialen Kies fördern konnten. In Brinkum und im westlichen Teile der Gemeinde Holtland ist der Lehm so zähe, daß man dort die Brunnen nicht ausmauert mit Ziegelsteinen oder Torf, wie es sonst in Ostfriesland üblich ist. Man durchteuft hier den Lehm in der bekannten Weise durch einen senkrechten, zylindrischen Schacht, dessen Wände einfach mit dem Spaten geglättet werden, die nach der bald sich vollziehenden Austrocknung gemauerten Wänden an Festigkeit nicht nachstehen.

Ist die Lehmdecke, wie an manchen Orten im östlichen Ostfriesland (z. B. Middels, Ogenbargen, Rispel), von den jüngeren Gliedern des Diluviums entblößt, so äußern sich die Verwitterungserscheinungen in weit intensiverem Maße als unter der Decke des Späthvitåglazials. Die Sickerwasser entführen zuerst den Kalkgehalt und oxydieren bald die Eisenoxydulverbindungen zu Eisenhydroxyden ($Fe(OH)_3$). Dadurch wird der Lehm oft gelb gefärbt. Wo sie sich weniger durch die Farbe verraten, hat der Lehm meist einen bläulichen Farbenton. Das Volk unterscheidet danach blauen und gelben Lehm. Oftmals ändert ausgeschachteter blauer Lehm an der Luft seine Farbe, indem er durch die Oxydation der Eisenverbindungen zum gelben Lehm wird.

2. Die Grundmoräne als Steinpackung oder in sandiggrandiger Fazies. Wie sich schon im Geschiebelehm von Heisfelde feststellen ließ, kann es bei einem in sehr weichem Zustande abgelagerten

Digitized by Google

Geschiebelehm mit reichem Blockmaterial hie und da zu einer an Schichtung erinnernden Anordnung der Blöcke am Grunde der Geschiebedecke kommen. Wenn nun die Schmelzwasser aus der Grundmoräne sämtliche tonigen und sandigen Bestandteile entführt hatten, so daß allein das gleichsam ausgesiebte, grobe Blockmaterial zurückblieb, so gelangte dieses als eine Steinpackung zur Ablagerung. War aber das Geschiebematerial nur in Form kleiner und kleinster Blöcke vorhanden, so entstand unter Mitwirkung der Schmelzwasser die Grundmoränenfazies des Geschiebesandes oder Geschiebekieses, die meist eine deutliche Schichtung erkennen läßt. Diese Fazies der Grundmoräne wird von manchen Autoren mit Unrecht dem „Fluvioglazial" zugerechnet oder als „umgelagerte" Grundmoräne angesprochen. Sie repräsentiert jedoch nichts anderes als die an Ort und Stelle unter dem Eise durch die Schmelzwasser aufbereitete Grundmoräne, als welche sie sich durch die geschrammten und geschliffenen — niemals gerollten — Geschiebe dokumentiert. Beide Erscheinungsformen der Grundmoräne, sowohl die Steinpackung als der Geschiebesand und -kies, sind dem ostfriesischen Diluvium nicht fremd. In Form einer reinen Steinpackung sah ich die Grundmoräne bei Hoogbeer, westlich von Wittmund, wo sie in der geringen Mächtigkeit von 10—40 cm von einem Straßenpflaster stellenweise kaum zu unterscheiden war. An einer Stelle war sie hier in der mit geringen Tonbeimengungen durchsetzten sandig-grandigen Fazies entwickelt, so daß sie tatsächlich täuschend das Pflaster einer Grandchaussee nachahmte und solche Festigkeit besaß, daß sie trotz ihrer geringen Mächtigkeit mit „Hauweelen" losgeschlagen werden mußte. Sehr bekannt in Ostfriesland ist auch die pflasterartige Anordnung von Geschiebeblöcken beim Kloster Barthe, wo man dies Phänomen nördlich von der Landstraße Hesel-Remels in solcher Ausdehnung antraf, daß sich hier im fiskalischen Heidegebiet einst viele Leute zum „Flintenrüden" (entsprechend dem Kartoffelroden) einfanden, um das zum Straßenbau so vortrefflich geeignete Material planmäßig auszugraben[1]).

In den Rüstmannschen Kiesgruben in Nenndorf bei Westerholt, südlich von der Landstraße Westerholt-Arle gelegen, traf ich unter einer 30 cm mächtigen Decke von Späthvitåglazial und Spuren der verschleierten Innenmoräne das Subglazial in der Fazies des Geschiebekieses von 13 cm Mächtigkeit an, hin und wieder mit kleinen Schollen toniger Einlagerung durchsetzt. Schichtung ließ sich nicht nachweisen. Weiter westwärts ging diese Fazies in einen sehr kiesreichen Lehm über, der einen sehr hohen Härtegrad aufwies und mit Geschieben bis Hühnereigröße durchsetzt war, so daß er einer Betonmasse glich. Südwärts wuchs die Grundmoräne zu einem Geschiebelehm von 55 cm Mächtigkeit an mit Geschieben bis zu doppelter Faustgröße. Überall hob sich die Grundmoräne ebenso scharf von den oberen Gliedern des

[1]) Man erzählte mir in Hesel, daß vor wenigen Jahren auch südlich von der Landstraße Arbeiter eine solche Steinpackung aufgedeckt hätten, von der sie im ersten Augenblick gemeint, sie hätten eine Straße des alten schon um 1530 säkularisierten Klosters Barthe wieder aufgedeckt, bis die Ausdehnung der vermeintlichen Pflasterung sie überzeugt hätte, daß sich hier nur die nördlich von der Landstraße schon vor Jahrzehnten ausgebeutete Steinpackung wiederhole.

Digitized by Google

Diluviums ab als von dem hier als sehr grobkörniger, diskordant geschichteter Kies entwickelten Frühhvitåglazial.

Bei Friedeburg sah ich in der Nähe des Strooths einen Aufschluß, in welchem sich die 80 cm mächtige Grundmoräne ebenfalls in der sandig-kiesigen Fazies darbot, in der sich, obwohl nicht allenthalben, so doch an vielen Stellen Schichtung nachweisen ließ. Sie enthielt viele bis hühnereigroße Geschiebe, von denen manche gekritzt waren. Das Liegende der Grundmoräne bildete ein messerscharf sich abtrennender, mittelkörniger, frühhvitåglazialer Kies, während das 1—1½ m mächtige Hangende aus der hier sehr gut entwickelten Innenmoräne nebst dem darüber gelagerten Späthvitåglazial bestand. Ähnliche Verhältnisse traf ich in Hohejohls, südlich von der Landstraße Friedeburg-Horsten, wo die Grundmoräne, ebenso scharf von der Innenmoräne wie vom Frühhvitåglazial geschieden, 40—50 cm mächtig war und Geschiebe bis zu doppelter Faustgröße aufwies. Schichtung war an vielen Stellen nachweisbar.

Eines der interessantesten Vorkommnisse boten hinsichtlich der Grundmoränenfazies die Töpfertongruben bei Poggenburg (zwischen Ogenbargen und Wittmund), die dort 300—400 m südlich von der Landstraße angelegt worden sind. In der südlichen der beiden Gruben, die ich im September 1905 antraf, war die Grundmoräne 24 cm mächtig, in rein sandig-grandiger Fazies vorhanden und in schwach auskeilenden, 2—3 cm dicken Bänkchen vortrefflich geschichtet. Größere Geschiebe fehlten. Doch konnte über die Identität dieses petrographisch so scharf individualisierten Gliedes des Diluviums mit dem Subglazial kein Zweifel bestehen, da es sich weiter ostwärts anfangs mit einzelnen Lehmschollen durchsetzte, um darauf ganz in typischen Geschiebelehm überzugehen. In der nördlichen Tongrube war die Grundmoräne 9—20 cm mächtig und petrographisch derjenigen der südlichen Grube völlig gleich. An einigen Stellen keilt die Grundmoräne in dem Maße aus, daß sie völlig verschwindet. Ihre Ausschaltung ist damit zu erklären, daß die dünne Grandschicht hier von dem Schmelzwasser zerstört und der Innenmoräne einverleibt wurde, die daher an diesen Stellen transgressiv den frühhvitåglazialen Töpferton überdeckt. Auch in dieser Grube schalten sich ostwärts der sandig-kiesigen Grundmoräne, die hier auch mit kleineren, manchmal gekritzten Geschieben bis Hühnereigröße durchsetzt ist, einzelne Lehmschollen ein, worauf sie bald zu einer kontinuierlichen Lehmdecke wird.

Die Grundmoräne ist — bis auf nur einen hier zu besprechenden Ausnahmefall — in ganz Ostfriesland in nur einer einzigen Decke entwickelt, woraus mit unbedingter Sicherheit hervorgeht, daß Ostfriesland auch nur ein Mal vom nordeuropäischen Inlandeise überschritten worden ist. Die Frage, ob die erste oder eine spätere Eisbedeckung diese maximale Vereisung repräsentierte, scheidet hier aus, weil für diese Erörterung das ostfriesische Diluvium keine Stützen bietet.

3. Die Verdoppelung der Grundmoräne in Upgant. Sehr interessante und in Ostfriesland sich nirgends wiederholende Verhältnisse, soweit mir in den Aufschlüssen das Diluvium zugänglich war, bietet Upgant.

Digitized by Google

Etwa ½ km südlich vom Bahnhofe Marienhafe findet sich östlich von der Landstraße Georgsheil-Norden ein sehr umfangreicher und höchst interessanter Aufschluß des Diluviums zur Gewinnung von Sand auf den Ländereien des Landwirts Ulferts. Die Ausschachtung nahm bei meinem Besuche im September 1905 schon einen Flächenraum von mehreren Hektaren ein und erstreckte sich in west-östlicher Richtung. Da hier, wie uns die Endmoräne von Tergast bezeugt und weiter unten erörtert werden wird, das Eis nord- bis nordostwärts zurückgewichen sein muß, so stehen wir hier vor einem Querschnitt der jüngeren, beim Rückzuge des Eises abgelagerten Glieder des Diluviums. Die Grundmoräne ist hier in der Fazies des typischen, etwas mageren Geschiebelehms entwickelt und bietet petrograpisch nichts Bemerkenswertes. Ich sah Geschiebe von Kirschgröße bis zu vierfacher Kopfgröße umherliegen; doch waren sie nicht zahlreich. Über dieser normalen (hier nicht durchteuften) Grundmoräne lagert die 2—2½ m mächtige Innenmoräne in Form eines feinen, geschichteten, tonigen Sandes, der allenthalben diskordante Parallelstruktur erkennen ließ. Auf einer etwa 1 m mächtigen Schicht eines sehr feinkörnigen und mancherorts recht tonigen Sandes, der weich und plastisch war, breitete sich feinkörniger Sand ohne tonige Beimengungen in ebenfalls diskordant gelagerten Bänken aus. Die untersten dieser (in sich schön konkordant geschichteten) Bänke bildeten die Ausfüllung von muldenförmig im Querschnitt sich darstellenden Rinnen, die lebhafter fließende Schmelzwasser in den schon abgelagerten feinkörnigen, tonigen Sand eingegraben hatten. Hie und da ragten zwischen den Bänken einzelne scharfe Grate des feinen Sandes empor (Beilage 1). Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man meinen, hier Erscheinungen des Eisdruckes vor sich zu haben. Wie aber die Tatsachen in Wirklichkeit liegen, lehrt uns die am Ostende des Aufschlusses in etwa 10 m Länge angeschnittene zweite (obere) Geschiebelehmdecke, welche in einer Mächtigkeit von 10—60 cm die Innenmoräne überdeckte, alle ihre Vertiefungen einebnend und ausfüllend. Eispressungen waren hier in den oberen Partieen der Innenmoräne unverkennbar. Diese obere Grundmoräne enthielt nur kleine Geschiebe; doch war der Lehm so hart, daß beim Anstechen ein mittleres Taschenmesser sofort in ihm abbrach. Da in dem zwischen den beiden Grundmoränen lagernden Diluvium irgendwelche organische Reste nicht nachweisbar waren, auch ein wesentlicher Unterschied in der Fazies sich nicht erkennen ließ, so kann man sogar unter Außerachtlassung der anderen aus Ostfriesland bekannten Tatsachen hier an Ort und Stelle den Schluß ziehen, daß es sich nicht um zwei verschiedene Vergletscherungen, sondern einzig und allein um eine Oszillation des Eissaumes, also einen erneuten Vorstoß des abschmelzenden Eises, handeln kann, der die obere Grundmoräne als lokale Erscheinung zur Ablagerung brachte. Das bezeugt auch die Innenmoräne, die deutlich zwei verschiedene Phasen in der Sedimentation erkennen läßt. Nachdem der etwa 1 m mächtige, feinkörnige, tonige Sand abgelagert war und schon eine gewisse Konsistenz erreicht hatte, schufen sich die durch das sich vollziehende Näherrücken des Eissaumes mit frischer Kraft belebten Schmelzwasserbäche interstadiale Erosionsrinnen in dem inglazialen

Digitized by Google

Sande. Nachtfröste halfen wohl die sich bildenden Grate, die Wellenkämmen nicht unähnlich sehen, fixieren, worauf sich die Erosionsrinnen mit dem von den Schmelzwassern mitgeführten gröberen Sande füllten. Im östlichen Teile des Aufschlusses verschwinden diese Grate mehr und mehr, je weiter man, ostwärts wandernd, der oberen Grundmoräne nahe rückt. Blickt man vom Westende des Aufschlusses gegen das Ostende, so nimmt man mit unverkennbarer Deutlichkeit wahr, daß sich die in den Erosionsrinnen abgelagerten Bänke interstadialen Sandes allmählich weiter und weiter nach oben verlegen, indem entsprechend die Grate verschwinden. Sie wurden eben von dem hier infolge des größeren Näherrückens des Eises stärker strömenden Schmelzwasser eingeebnet, bis das Eis selbst herüberschritt und die obere Grundmoräne auf die Innenmoräne schob. Diese obere Grundmoräne entbehrt der Überdeckung durch eine zweite Innenmoräne; ihr Hangendes bildet ein 50 cm mächtiger späthvitåglazialer Decksand (Beilage 2).

An der Höhenbildung beteiligt sich die Grundmoräne nur in der Fazies des Geschiebelehms und auch nur im Vorlande der Tergaster Endmoräne. Im Reiderlande bildet sie die Geschiebeåsar von Tichelwarf-Möhlenwarf, Diele-Stapelmoor und Holtgaste, sowie den südlich von Weener gelegenen Geschiebehügel, der vom nordwärts als Höhenzug von Weener angelagerten Späthvitåglazial verdeckt wird. Rechts von der Ems sind noch die beiden Geschiebehügel von Rhaude und Holte zu erwähnen. Im ganzen übrigen Ostfriesland tritt die Grundmoräne nirgends als höhenbildendes Element auf.

4. Technische Verwertung des Grundmoränenmaterials. In einem Ländchen wie Ostfriesland, das weder anstehendes Gestein selbst besitzt, noch Gesteinsmaterial aus Nachbargebieten leicht beziehen konnte, war dem Menschen schon in prähistorischen Zeiten jeder Geschiebeblock, den der eiszeitliche Boden ihm bot, zu Bauzwecken außerordentlich willkommen. Schon die Prähistoriker benutzten Granitblöcke in ihrer unveränderten naturwüchsigen Form als Baumaterial für ihre Gräber in Tannenhusen bei Aurich, Stapelsteen bei Friedeburg u. a. a. O. Die Feuersteine boten ihm, wie allenthalben im Diluvium, ein vortreffliches Material zur Anfertigung seiner Steinwerkzeuge, seiner Beile, Messer, Pfeil- und Lanzenspitzen, wie die im Emder Museum für bildende Kunst und vaterländische Altertümer niedergelegten Fundobjekte, die leider noch immer ihres sachkundigen Bearbeiters harren, unzweideutig beweisen. Auch die ältesten auf uns gekommenen Gebäude Ostfrieslands, die Kirchen zu Marx, Ardorf und Middels, sind großenteils aus allerdings zu Quadern behauenen Geschiebeblöcken aufgebaut, die in der Middelser Kirche[1]) 60—90 cm, selten einmal 1 m Seite erreichen. So repräsentiert jede der Wände dieser alten Kirchen eine ebenso reichhaltige, als prächtige und instruktive

[1]) Die ehrwürdige Kirche in Middels hat doppelte Mauern, die zusammen 1,50 m dick sind. Man mußte 1805 den Westgiebel infolge seiner Baufälligkeit durch eine Backsteinmauer ersetzen. Die alten Quadern wurden verkauft, wie die Kirchenrechnungen nachweisen; sie dienen jetzt als Fundamentsteine unter den „Ständern" der Bauernhäuser in Middels.

Digitized by Google

Musterkarte skandinavischer Geschiebe. Viel erratisches Material diente zur Fundamentierung von Mauern und Holzgerüsten (der „Ständer") der Häuser, als Wegsteine an Wegen und Landstraßen. Zahllose Blöcke von doppelter Faust- bis zu Kopfgröße verwandte man seit unvordenklichen Zeiten zur Pflasterung der Straßen, Gassen und Höfe in Städten, Flecken und Dörfern, wie allenthalben noch jetzt zu sehen ist. Viele wurden zerschlagen und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum Bau der von Aurich nach Leer führenden Grandchaussee verbraucht.

Seit uralten Zeiten hat auch der Geschiebelehm eine wichtige technische Bedeutung gehabt, indem er ein sehr beliebtes Material zur Herstellung eines trefflichen Mörtels darbot. In ärmeren Gegenden, z. B. den Moorkolonieen, vermischt man den Lehm mit Stroh, formt daraus etwa halbkopfgroße „Walters" und baut ganze Mauern aus ihnen — eine Variation der von den altorientalischen Völkern hergestellten Luftziegel. Eine viel wichtigere Rolle aber spielte der Geschiebelehm von jeher als Rohmaterial bei der Ziegelfabrikation. Ziegeleien liegen fast über die ganze ostfriesische Geest zerstreut; die größten finden sich im östlichen Ostfriesland (Ardorf, Middels, Rispel u. a. a. O.), welche jährlich mehrere Millionen Ziegelsteine produzieren. Die Ziegelfabrikation muß in Ostfriesland schon sehr alt sein und neben dem Torfgraben nicht bloß als einer der bodenständigsten, sondern wohl auch ursprünglichsten und autochthonen Industriezweige bezeichnet werden[1]). Die schon erwähnte Kirche zu Ardorf, im unteren Teile aus erratischen Blöcken, in den oberen Teilen aber aus Ziegelsteinen erbaut, stammt aus den Jahren zwischen 1180 und 1220[2]). Sie übertrifft also an Alter den Kölner Dom und ist, wenn vielleicht nicht das allerälteste, so doch sicher eins der ältesten Gebäude Ostfrieslands. Sollte den ostfriesischen Historikern der Nachweis gelingen, daß nach naheliegender Annahme die zu ihrem Bau verwandten Ziegelsteine ostfriesisches Fabrikat sind, so wäre die Ziegelindustrie in Ostfriesland bereits 700 Jahre alt.

Die Töpfereien in Plaggenburg und Aurich benutzen als Rohmaterial für die in ihnen angefertigten irdenen Töpfe die verwitterte Grundmoräne in der Fazies des Geschiebelehms, der bei Middels und Ogenbargen fast ohne jede Geschiebe vorkommt und als „Potterde" bezeichnet wird[3]). Die Verwitterung ist verhältnismäßig weit vorgeschritten, weil die Grundmoräne hier frei zu Tage liegt und echte Grundmoränenlandschaften bildet.

---

[1]) Plinius, Historia naturalis, liber XVI, cap. 1: „Captumque manibus lutum ventis magis, quam sole siccantes; terra cibos et rigentia septentrione viscera sua urunt."

[2]) Wie ich einer gütigen mündlichen Mitteilung des Herrn Professor Moormann in Hannover, des Experten für Kirchenbauten im Königl. Landeskonsistorium, verdanke. Bald nach dem Bau der Ardorfer Kirche haben auch andere Gemeinden ihre bis dahin hölzernen Gotteshäuser durch solide Ziegelbauten ersetzt, so Ochtersum, Dornum, Engerhafe.

[3]) Es ist also ein Irrtum, wenn man in Ostfriesland glaubt und auch in Lehranstalten vorträgt, die Plaggenburger Töpfer benutzten als Rohmaterial Töpferton.

Digitized by Google

W. O.

Verdoppelung der Grundmoräne in Upgant.

Tafel 2.

Digitized by Google

Digitized by Google

3. Die Innenmoräne.

Die Beobachtungen und Berichte v. Drygalskis haben uns gelehrt, daß die Grundmoräne aus dem Eise herausschmilzt, indem sie „durch das Schwinden des Eiszementes entsteht". Demnach geht die Grundmoräne aus der Innenmoräne hervor und ist nichts anderes als die beim Vorrücken des Eises abgelagerte Innenmoräne. Hat aber das Eis nicht seinen gesamten Blockinhalt zum Aufbau der Grundmoräne hergegeben, sondern streckenweise noch einen Rest oder den größeren Teil bewahrt, so gelangt dieser Schuttinhalt während des Eisrückzuges als Innenmoräne zur Ablagerung. Diese tritt daher nicht wie die Grundmoräne als kontinuierliche Decke, sondern nur streckenweise in Deckenform auf, während sie öfters ganz ausgeschaltet ist. In den Eistunneln wurde sie von den Schmelzwassern zu Moränenrücken (Geröllåsar) aufgearbeitet, die daher ihre Längsachsen rechtwinklig zum Eissaume orientieren. Vor dem Eisrande aber und parallel mit diesem entstanden durch Aufschüttung des Geröllglazials die Rand- oder Endmoränen, auch Aufschüttungsendmoränen genannt, die Drygalski (a. a. O. S. 110) im Karajakgebiet bis zu 30—40 m Höhe aufgehäuft sah.

Infolge der Bearbeitung und Ablagerung durch die Schmelzwasser wurde das Inglazial stets schicht- oder bankweise abgelagert. Diese Bänke haben im Durchschnitt flach-elliptische Form (Linsenform) und sind zu einander diskordant gelagert; doch ist jede Einzelbank in sich konkordant geschichtet. So kommt in den Ablagerungen des Geröllglazials die diskordante Parallelstruktur oft in höherem Maße zur Ausprägung als in den frühvitåglazialen Sanden und Kiesen, namentlich in den vom Inglazial gebildeten Höhenrücken. Je nachdem das Material der Innenmoräne bald oder nach längerem Wassertransport zur Ablagerung gelangte, sind die Blöcke entsprechend mehr oder weniger abgerollt. Nur bei sehr baldiger Ablagerung vermögen die Blöcke noch ihre Kantenrundung, Schlifflächen und Glazialschrammen zu bewahren; in Ostfriesland habe ich das allerdings nirgends beobachten können. Hier zeigte allenthalben das Geröllglazial starke Abrollung. Wie rasch die Spuren des Eistransportes vom Wasser beseitigt werden, konnte Keilhack sehr schön auf Island beobachten; er berichtet[1]) darüber: „Einige Bemerkungen über das Vorkommen der geschrammten Geschiebe, der Scheuersteine, in den verschiedenen Glazialablagerungen seien mir hier gestattet. In den Moränenbildungen sind dieselben so allgemein, daß wir in den Endmoränen des Sölheima-Jökulls z. B. kaum ein einziges größeres Geschiebe gefunden haben, welches nicht vorzügliche Schrammung gezeigt hätte. Aber nur 100 m abwärts von der Gletscherstirn war nicht ein einziges geschrammtes Geschiebe mehr zu erblicken, sondern alle hatten die Spuren des Eistransportes ganz verloren und trotz der Kürze der Strecken, auf der sie bewegt waren, völlig den Charakter von Flußgeröllen angenommen. Ein wenn auch

[1]) Keilhack, Vergleichende Beobachtungen an isländischen Gletschern und norddeutschen Diluvialablagerungen. Jahrbuch der Königl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1883, S. 172.

Digitized by Google

noch so unbedeutender Wassertransport vernichtet also alle Spuren des Eistransportes."

Die Bezeichnung der Innenmoräne als Geröllglazial darf nicht zu der Annahme führen, daß nun auch alles in der Innenmoräne anzutreffende Moränenglazial gerollt sein müßte. Wie die Geologie stratigraphische Begriffe konstruiert, deren Bezeichnung nur von einer charakteristischen Fazies der ganzen stratigraphischen Reihe hergeleitet ist, wie z. B. die der Kreideformation, deren Schichtenserie wir aber größtenteils in der Sandsteinfazies ausgebildet finden, so ist auch der Begriff des Geröllglazials aufzufassen. Doch sah ich in ganz Ostfriesland nur an einer einzigen Stelle, im Geröllås von Etzel, eine Innenmoränenfazies entwickelt, die nicht dem Gerollten, sondern dem Suspendierten angehört.

Hier in Etzel fand sich ein schön bänderartig geschichteter Glimmerton in den unteren Teilen der Innenmoräne, der von Eisenverbindungen gelb gefärbt war, und dessen ausgeworfene Schollen gelbem Lehm täuschend ähnlich sahen. Ich vermag mir nicht zu versagen, die instruktiven Ausführungen Keilhacks über die Bildung dieser inglazialen Tone hier anzuführen. Er sagt (a. a. O. S. 168 und 169) darüber: „Gerade der Umstand, daß oft inmitten ausgezeichnet grandiger Bildungen, deren diskordante Parallelstruktur keinen Zweifel daran aufkommen lassen, daß man es in ihnen mit Absätzen schnell strömender Wasser zu tun hat, solche Linsen und Schmitzen feinsten, tonigen Materiales sich finden, läßt ihre Entstehung schwer erklären ... Die niedrige, in parallelen Rücken vor der Gletscherstirne liegende Endmoräne wird ununterbrochen von den Gletscherwassern umgearbeitet, eingeebnet und in geschichtete Bildungen verwandelt. An einer Stelle nun hatte einer der Schmelzwasserbäche, aus deren Vereinigung der Fulilaekr entsteht, durch aufgeworfene Kiesmassen sein eigenes Bett sich zugedämmt, etwas weiter oberhalb von der absperrenden Barre am Rande seines neu eingewühlten Bettes eine zweite Kiesbank aufgeworfen und auf diese Weise aus einem Teile seines alten Bettes einen kleinen, ringsum abgeschlossenen See gebildet, dessen Boden etwas tiefer lag, als der des daneben fließenden trüben Baches. Infolgedessen sickerte durch die Kiese des den kleinen Tümpel einschließenden Uferwalles ununterbrochen Wasser hindurch, das mit tonigen Teilen beladen in denselben hineingelangte, erstere in ihm absetzte und auf der anderen Seite, gewissermaßen filtriert und gereinigt, wieder abfloß. So mußte sich hier auf den groben Kiesen eine Tonablagerung bilden, die in ihrer Schichtung selbstverständlich der Oberfläche des Grundes, auf dem sie zum Absatze gelangte, sich anschmiegte. An einer anderen Stelle in der Nähe der eben beschriebenen sah ich dann noch eine zweite, ähnlich entstandene, kleine Einsenkung, die ebenfalls zum Absatze von Ton Veranlassung gegeben hatte, aber bereits völlig trocken gelegt war: das Resultat war hier gewesen, daß eine äußerst fein geschichtete, wenig mächtige Tonlage die vielleicht nur um Tage oder Stunden älteren Kiese überlagerte. Ein warmer Tag aber und damit gesteigerte Eisschmelze muß in solchem Gebiete völlig genügen, das Abflußsystem der Schmelzwasser umzuändern. Heftiger Wasserandrang

Digitized by Google

wird die kleine absperrende, wenig widerstandsfähige Barre zerstören, grobe Kiese werden über den Tonen aufgeschüttet, und so inmitten groben Materiales eine Schicht feinsten Tones in einem von außerordentlich reißenden Wassern durchströmten Gebiete gebildet. Dieser Vorgang kann sich natürlich mehrmals wiederholen und zu einer sehr wechselnden Schichtenfolge führen."

Das Gerollte findet sich im Inglazial in jeder Größe vom feinsten Kiese bis zu großen Rollblöcken von fast ½ cbm Inhalt.

Nach den Lagerungsverhältnissen des Geröllglazials unterscheidet man eine deckenförmige Innenmoräne und eine solche in Hügel- und Wallform.

1. Die deckenförmig entwickelte Innenmoräne. Bei der deckenförmigen Innenmoräne ist es manchmal schwer, ja geradezu unmöglich, sie von dem Späthvitåglazial oder auch vom Subglazial abzutrennen[1]). In Ostfriesland ist nun, wie bei der Besprechung des Späthvitåglazials hervorgehoben werden wird, die Trennung des Inglazials vom Späthvitåglazial insofern leichter, als namentlich in den ostelbischen Gebieten des norddeutschen Flachlandes, weil in Ostfriesland überall das Späthvitåglazial nur in der Fazies eines gleichförmigen, feinkörnigen und feingeschichteten Decksandes anzutreffen ist. In dieser reinen Ausbildungsweise führt der Decksand niemals Gerölle. Wir dürfen daher immer dort, wo das Späthvitåglazial in seinen unteren Schichten Gerölle enthält, deren Gegenwart gleichzeitig eine unruhige Ablagerung in diskordant gelagerten, manchmal kiesigen Bänken erkennen läßt, ein verschleiertes Inglazial annehmen, das sich als Glied des Diluviums aber nicht mehr vom Späthvitåglazial trennen läßt. Ich betone nachdrücklich, daß sich der Nachweis der vom Decksand nicht abzutrennenden verschleierten Innenmoräne in den Geröllen der unteren Partieen dieser beiden zur scheinbaren Einheit verschmolzenen Glieder nur für Ostfriesland verwenden läßt. (Siehe S. 37 u. 38.) Ich traf diese verschleierte Innenmoräne an manchen Stellen, so z. B. in Plaggenburg etwa 1 km südlich vom Meerhuser Walde, in Lüdstede westlich von der Ziegelei, in den Rüstmannschen Kiesgruben in Nenndorf, in Wiesederfehn, westlich von der Barger Schäferei (südlich von Marx), in Poggenkrug, im Dorfe Uttel bei Wittmund, im ausgetrockneten Mühlenberger Meer östlich von Hopels und a. a. O. An den fünf letztgenannten Stellen ließ sich nachweisen, daß hier der Saum der Innenmoränendecke lag, sie also allmählich auskeilte. Wahrscheinlich zieht sich auch von Plaggenburg unter den Meerhuser Wald und Diedrichsfeld ein deckenförmig entwickeltes Geröllglazial hin, wie gleiche Verhältnisse westwärts von Nenndorf und ostwärts von Lüdstede vermutet werden müssen. Um die Ausbreitung der Einzelfelder der Innenmoränendecke festzustellen, sind noch weitere Untersuchungen nötig.

An einer Stelle des ostfriesischen Diluviums erwies sich auch die Abgrenzung der Innenmoräne gegen die Grundmoräne als unmöglich; es ist das Vorkommen in den Tongruben von Poggenkrug.

[1]) Sehr beachtenswerte Ausführungen darüber finden sich in: J. Martin, Über die Abgrenzung der Innenmoräne. Sonderabdruck aus den Briefen Nr. 3, Jahrgang 1905 der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft.

Digitized by Google

In tonig-sandiger Fazies zeigte sich die Innenmoräne in Upgant entwickelt, wie schon oben bei Darlegung der Oszillation des Eissaumes bei Upgant besprochen wurde. In der Fazies eines gut konkordant geschichteten feinkörnigen Kieses findet sich die Innenmoräne in Flachsmeer und in Abickhafe. Sehr grobkörniges Material in ausgeprägt diskordanter Schichtung bietet die Innenmoräne bei Hohejohls und sonst mehrfach in der Friedeburger Gegend, ferner in Hohehahn, etwa 3,5 km westlich von Wittmund. Hier lagert unter einem 30 cm mächtigen, humosen Sande ein typisches, 10—50 cm mächtiges Späthvitåglazial, dessen Liegendes das Geröllglazial bildet, das ich 2,50 m tief aufgeschlossen fand. Die Innenmoräne zeigte hier einige Riesenkessel (Evorsionskessel); die oberen von ihnen waren mit gelbem Hvitåsand ausgefüllt. Die Ablagerung ist hier eine sehr unruhige gewesen, was die zuweilen große Diskordanz der Bänke beweist. Der Kies bestand zum großen Teil aus Körnern von Bohnen- und Kirschengröße. Zahlreiche Gerölle zeigten die Größe eines Hühnereies, wenige erreichten mehr als Kopfgröße. Ein Granitgeröll hatte über 50 cm Durchmesser. Sämtliches Material zeigte deutlich die Spuren starker Abrollung. Einzelne tonige Bänke waren eingeschaltet, deren Tonpartikelchen die groben Kieskörner etwas verkittet hatten; doch ließen sich die herausgeworfenen Schollen leicht zerschlagen.

Die deckenförmige Innenmoräne hat namentlich im nordöstlichen Teile Ostfrieslands weite Verbreitung. Sie charakterisiert die Friedeburger Gegend und das Gebiet des Wittmunder Waldes nebst dessen nördlicher Umgebung. Man kann daher mit Recht den Kreis Wittmund als das Gebiet der deckenförmigen Innenmoräne im Nordosten bezeichnen. Wie oben begründet wurde, liegt die Annahme nahe, daß sie auch zwischen Lüdstede und der von Esens nach Ogenbargen führenden Landstraße strichweise vorkommt.

Das zweite, weit kleinere Gebiet der deckenförmigen Innenmoräne liegt im Nordwesten und beginnt südlich von Marienhafe. In Upgant ist das Inglazial bereits reichlich zwei Meter mächtig, woraus mit Sicherheit der Schluß gezogen werden darf, daß es nordwärts von Upgant noch weite Strecken bedeckt. Auch im südlichen Teile Ostfrieslands findet sich neben der wallartig aufgeschütteten Innenmoräne noch deren Deckenform, die ich in Flachsmeer nachweisen konnte.

2. Die hügel- und wallartig aufgeschüttete Innenmoräne. Höhenbildend tritt das Geröllglazial im Süden, Westen und im Osten Ostfrieslands auf. Der im Süden liegende, älteste Rücken des Geröllglazials ist der Geröllås von Steenfelde. Am westlichen Saume der ostfriesischen Geest bildet die Geröll- oder Aufschüttungsendmoräne von Tergast die wichtigste Trennungslinie hinsichtlich der morphographischen Verhältnisse Ostfrieslands. Im Osten endlich zieht sich eine doppelte Kette von Geröllhügeln hin, deren längste sich von der Barger Schäferei in gerader Linie bis zum Dorfe Etzel erstreckt. Das Dorf Etzel selbst liegt auf einem Geröllås, dem jüngsten Moränenrücken Ostfrieslands. Diese aus dem Inglazial aufgeschütteten Hügel und Höhenzüge sollen im orographischen Abschnitt näher besprochen werden.

Digitized by Google

Die technische Verwertung des Innenmoränenmaterials kann vom wirtschaftlichen Standpunkte aus nicht das gleiche Maß von Interesse beanspruchen als die Ausbeutung der Grundmoräne. Das Geröllglazial wird in Steenfelde, Flachsmeer, Tergast, Upgant, Hohehahn, Reepsholt, Abickhafe, Etzel u. a. O. ausgebeutet. Aus der Geröllendmoräne von Tergast wurde der obere Teil des Bahnkörpers von Emden bis Leer gebaut. Aus dem Steenfelder Geröllås förderte man seit unvordenklichen Zeiten zahllose Blöcke, die zu bautechnischen Zwecken und zur Beschotterung von Straßen Verwendung fanden. Zur Herstellung von Mörtel bietet der inglaziale Kies und Mauersand ein geschätztes Material, ebenso zur Bestreuung der Fußwege neben den Landstraßen und der Pfade und freien Plätze in Gartenanlagen. Ein Unterschied in der Verwertung des frühhvitåglazialen und inglazialen Kieses wird nirgends gemacht; doch ist das Geröllglazial wegen seines manchmal zu groben Kornes oft minderwertig.

4. Das Späthvitåglazial.

Nachdem das abschmelzende und daher zurückweichende Eis das Geröllglazial entweder vor dem Saume aufgeschüttet oder in Tunneln und durch Abschmelzung sonst entstandenen flachen Hohlräumen zur Ablagerung gebracht hatte, wurde das jetzt fertige Moränenglazial von den letzten abfließenden Schmelzwassern noch mit einer oft sehr gleichmäßigen Decke feingeschichteten und sehr feinkörnigen Sandes überlagert. Es ist das Späthvitåglazial, das man treffend auch als Decksand bezeichnen kann. Das vor der Tergaster Endmoräne nordwestwärts ziehende glaziale Stromtal der Urems (Leda-Jümme und Unterems) nahm die Abflußwasser sehr bald auf, um sie der Nordsee zuzuführen. Im späteren Stadium des Eisrückzuges fanden sie einen raschen Abfluß zum glazialen Wesertal (Aller-Wesertal). So kam es, daß tonige Bänke in dem späthvitåglazialen Geröllsande nirgends zur Ablagerung kommen konnten, obgleich ohne Zweifel, wie in allen anderen Gliedern des Diluviums, auch hier Tonpartikelchen zur Bildung von Tonbänken und -bändern den Schmelzwassern in hinreichender Menge suspendiert waren. Infolge des raschen Abflusses und der auch allerorten vermiedenen Abschrankung seeartiger Flachbecken wurden sie rasch in die Stromtäler und in die Nordsee entführt, so daß nirgends eine späthvitåglaziale Tonbildung ermöglicht war im Gegensatz zum ostelbischen Teile des norddeutschen Flachlandes, wo späthvitåglaziale Tone häufig sind. Die Abschmelzwasser zogen in der Mitte Ostfrieslands lange Rinnsale als flache von Nordost nach Südwest streichende Furchen durch dieses jüngste Glied des Diluviums, die sich zum Teil sogar unterhalb des Moores fortsetzen, um weiterhin westwärts wieder aufzutauchen; sie sind fast allesamt noch von kleinen Bächen belebt. So ist also das Späthvitåglazial nur in einer einzigen gleichförmigen Fazies, der des feinkörnigen Decksandes, entwickelt, dessen feingeschichtete, flachlinsig struierte Bänke mit deutlich diskordanter Parallelstruktur überall für ihn charakteristisch sind. Jede Bank schließt oben naturgemäß mit dem feinkörnigsten Material ab. Fanden sich in der allerobersten Schicht

Digitized by Google

noch einige tonige Partikelchen, die das Sickerwasser kurze Zeit festhielten, so färbte sie sich von den Eisenverbindungen etwas bräunlich. Zuweilen finden sich auch durch die Eisenverbindungen hervorgerufene braune (an der Oberfläche sehr rasch verwitternde) Konkretionen im Decksande.

In der Mitte Ostfrieslands erreicht der Decksand oft nur eine Mächtigkeit von 50—80 cm, auf den flachen Geestrücken, auf denen beispielsweise Aurich liegt, 1,5—2 m. Im östlichen Ostfriesland ist in der Gegend des Brookzeteler Meeres die späthvitåglaziale Decke über 3 m mächtig. Manchmal hat der Wind umlagernd auf den Decksand eingewirkt, indem er ihn dort, wo der Decksand nur in dünner Lage auftrat, ganz entfernte (Ogenbargen, Ardorf, Rispel, Marx) oder in der mehrere Meter mächtigen späthvitåglazialen Decke große flache Ausräumungsbecken schuf, die früher mehr als — infolge der verbesserten Abwässerung — jetzt Seeencharakter besaßen und angenehmen Wechsel in dem oft geradezu tristen Landschaftsbilde herbeiführten. Der ausdörrende Ost war es, der in postglazialer Zeit diese Veränderungen hervorbrachte, indem er gleichzeitig westwärts von diesen flachen Becken äolischer Ausräumung Flugsandbildungen schuf, die zuweilen die Kulturländereien (z. B. in Brookzetel und Hollsand) ernstlich bedrohten, so daß Vorkehrungen zu ihrem Schutze getroffen werden mußten. Am Saume der Gebiete des deckenförmig auftretenden Geröllglazials ist der an anderen Orten auch als Heidesand bezeichnete Decksand, wie erwähnt, oft mit der hier auskeilenden Innenmoräne derart vermengt, daß eine Trennung beider Glieder unmöglich ist. Wo hingegen das Späthvitåglazial unter Ausschaltung der Innenmoräne die Grundmoräne transgressiv überlagert, sind beide Glieder außerordentlich scharf geschieden.

Ortsteinbildungen (Raseneisenstein) kommen in den untersten Partieen des Decksandes in Ostfriesland öfter vor. Am ausgebreitetsten traf ich diese Erscheinung bei Negenbargen, auf dem Grunde des großen Meeres (Nordhälfte) und der Hiwe und in der Gegend des Oldehafer Forstes, wo ich einmal ganze Platten von etwa 15 cm Dicke und bis zu 1 qm Oberfläche ausgehoben sah.

Höhenbildend tritt das Späthvitåglazial — abgesehen von den jugendlichen äolischen Veränderungen — nur im Südwesten Ostfrieslands auf, wo im Vorland der Tergaster Endmoräne während der Stillstandslage des Eissaumes sich aus späthvitåglazialem Material ein „Sandr vor der Endmoräne“ bildete, der sich in den Höhen von Bunderhee, Bingumgaste, Weenermoor, Weener, Mitling-Mark und Holterbarg kundgibt. Die ebenfalls aus Decksand gebildeten sanften Rücken der hohen Geest sind kaum als Höhen zu bezeichnen, da sie orographisch nur schwach hervortreten. Sie repräsentieren nichts anderes als stehengebliebene Rücken zwischen den glazialen Erosionsfurchen.

Hie und da findet das Späthvitåglazial auch technische Verwendung z. B. zur Herrichtung des Pflasterungsbettes der Landstraßen (des sogen. Sandkastens), zur Erhöhung des Niveaus der Bauplätze und zur Verfestigung der Hausfundamente. Insbesondere hat die Höhe

Digitized by Google

von Holterbarg seit uralten Zeiten Material geliefert zur Erhöhung der Bauplätze in dem niedrig gelegenen Dorfe Potshusen.

4. Die Geschiebe des ostfriesischen Diluviums und ihre Heimat.

Die Gesteine, deren abgesprengte und vom Eise verschleppte Brocken das Material zum Aufbau der Schichten des Diluviums geliefert haben, sind in geschrammten, geschliffenen, kantengerundeten und auch in abgerollten Blöcken im eiszeitlichen Boden selbst enthalten. Während die frühhvitåglazialen Sedimente Rollblöckchen bis höchstens Haselnußgröße aufweisen mit einziger Ausnahme der im Frühhvitåglazial eingebetteten wenigen Driftblöcke, das Späthvitåglazial aber in der ostfriesischen Fazies nur reinen Geröllsand ohne gerollte Blöcke enthält, bieten die beiden Glieder des Moränenglazials ein reiches Material an erratischen Blöcken, die in allen Größen, von kleinstem Umfange bis zum Volumen von mehr als 1 cbm, anzutreffen sind. Der Erhaltungszustand der Geschiebe ist, soweit sie der Grundmoräne eingelagert sind, ein vortrefflicher und die Frische zahlreicher Blöcke für den Beobachter manchmal geradezu überraschend. Auch die Innenmoräne zeigt durchweg gut erhaltene Blöcke, doch sah ich hin und wieder in derselben auch deutlich angewitterte Granite, besonders aber schon stark angegangene Rapakiwi. Das Geröllglazial läßt die Sickerwasser eben in weit höherem Maße an die angelagerten Blöcke herantreten als die in Ostfriesland so allgemein verbreitete undurchlässige Grundmoränenfazies des Geschiebelehms.

Die allergrößte Mehrzahl der im ostfriesischen Diluvium angetroffenen Geschiebe gehört den kristallinen Gesteinen an; nur ein kleiner Bruchteil ist sedimentären Ursprungs. Erstere sind namentlich durch zahllose Granite vertreten; daneben trifft man Ålandrapakiwi, Gneise, Porphyre, Granitporphyre, Diorite, Basalte u. a. m. Die Sedimentärgeschiebe dokumentieren sich in dem kambrischen Scolithussandstein, ferner einem roten kambrischen Sandstein ohne organische Einschlüsse, durch Kreidebrocken, zahlreiche Feuersteine und Reste von versteinerten Meerestieren (besonders Echiniten) kretazeischen Alters. Als jüngste organische Reste, die dem erratischen Material angehören, sind die dem Unteroligozän entstammenden Bernsteinstücke erwähnenswert, die im ostfriesischen Diluvium gefunden wurden.

Nachdem schon 1775 vom Hauptmann von Auerswald (in seiner Schrift „Geschichte der pommerschen und mecklenburgischen Versteinerungen") nach Vergleichung der in Mecklenburg und Pommern im Diluvium gefundenen Trilobiten und Orthoceratiten mit gleichaltrigen gotländischen Versteinerungen die Ansicht ausgesprochen worden war, daß die im pommerschen und mecklenburgischen Diluvium angetroffenen Sedimentärgeschiebe große Ähnlichkeit mit gotländischen und schwedischen Vorkommnissen aufzuweisen hätten, ist man lange, bevor die Theorie von der Ausbreitung des Inlandeises bis an die mitteldeutsche Gebirgsschwelle durch Torell begründet wurde, durch vergleichende Studien zu der Überzeugung gelangt, daß in der Tat nur Schweden die Heimat der norddeutschen Diluvialgeschiebe sein könne. Bei der verhältnismäßig

Digitized by Google

breiten „Streuung“ des erratischen Materials infolge des Transportes durch das Inlandeis ist es leicht erklärlich, daß im ostfriesischen Diluvium kein anderes Geschiebematerial erwartet werden darf, als in seiner östlichen und westlichen Nachbarschaft, also im Herzogtum Oldenburg und im Groningerlande nebst dessen Nachbarprovinzen. Über die Heimat der Geschiebe des oldenburgischen Diluviums verbreiten die verdienstvollen Arbeiten J. Martins, die in mehrfacher Hinsicht für die Verhältnisse des Diluviums zwischen Weser und Rhein grundlegend geworden sind, lichtvolle Klarheit [1]). Im niederländischen Diluvium bearbeiteten nach Staring namentlich F. J. P. van Calker, Schröder van der Kolk und Lorié diese Materie. Nach all diesen zum Teil recht mühsamen Arbeiten war es zwecklos, für das ostfriesische Diluvium noch vergleichende petrographische Studien des Erratikums mit schwedischen Vorkommnissen in Angriff zu nehmen, weil ja Ostfriesland eben nichts anderes bieten konnte als seine Nachbargebiete, und daher ein neues Moment durch diese Untersuchungen offenbar nicht zu Tage gefördert worden wäre. Mit Freuden nehme ich Veranlassung, Herrn Professor Dr. J. Martin in Oldenburg auch an dieser Stelle für die mir in zuvorkommender und liebenswürdiger Weise vermittelte Kenntnis mancher Leitgeschiebe meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Natürlich darf man auf einem so kleinen Gebiet gleich dem der ostfriesischen Geest nicht erwarten, alle bisher zwischen Weser und Rhein gefundenen Leitgeschiebe zu konstatieren, namentlich wenn der Untersuchende nicht im Gebiete selbst wohnt, wo er vielseitigste Gelegenheit zum Sammeln hat, sondern sich mit dem begnügen muß, was längere Exkursionen längs und quer durch das Gebiet ergeben. Nichtsdestoweniger darf man aber die für das Herzogtum Oldenburg und die östlichen Niederlande konstatierte Heimat der Leitblöcke auch als die des ostfriesischen Erratikums in Anspruch nehmen.

Zur einwandfreien Sicherstellung der Heimat unserer Diluvialgeschiebe bedarf es einer Anzahl von Gesteinen, die in dem Grade individualisiert sind, daß sie sich von allen anderen erratischen Blöcken mit unbedingter Sicherheit unterscheiden lassen und daneben in ihrer nordischen Heimat an nur einer einzigen oder wenigen benachbarten Stellen angetroffen werden. Man bezeichnet sie als Leitblöcke oder Leitgeschiebe. Einen vortrefflichen Leitblock, der makroskopisch auf den ersten Blick erkennbar ist, bildet der als Rapakiwi [2]) bezeichnete porphyrische Granit der Ålandinseln, der in der Literatur allenthalben als Ålandrapakiwi aufgeführt wird. Jenes Eruptivgestein kommt anstehend nur auf den Ålandinseln und sehr wahrscheinlich in der vom baltischen Meere bedeckten Umgebung dieses Archipels vor. Dieser Ålandrapakiwi ist das im ostfriesischen Diluvium am häufigsten anzutreffende Leitgeschiebe. Der in der Gegend von Wiborg in Finn-

[1]) J. Martin, Diluvialstudien. II. Das Haupteis ein baltischer Strom (mit zwei Tafeln). III. Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser. 1. Heimat der Geschiebe. X. Jahresbericht des naturwiss. Vereins in Osnabrück für 1893 und 1894.

[2]) D. i. „fauler Stein“, weil er so leicht verwittert.

Digitized by Google

land anstehende Finnlandrapakiwi, welcher makroskopisch sofort von dem Ålandrapakiwi zu unterscheiden ist, wurde zwischen Weser und Ems bisher noch niemals gefunden, woraus mit Sicherheit der Schluß gezogen werden darf, daß das über Finnland hinweg fließende Eis unsere Gegend nicht erreicht hat. Lassen sich östlich von den Ålandinseln anstehende Gesteine im ostfriesischen Erratikum nirgends nachweisen, so bietet das westlich von dieser Inselgruppe gelegene Gebiet zahlreiche Leitblöcke. Auf der Insel Rödö bei Sundswall kommt in einem 15 m breiten Gang im baltischen Granit ein Quarzporphyr vor, welcher in dunkelroter Grundmasse Quarzeinsprenglinge enthält. Es ist der Rödöporphyr, der sich im Diluvium Ostfrieslands wiederholt feststellen ließ. Eine große Anzahl von Leitgeschieben lieferte die schwedische Provinz Dalarne, in der nordwestlich vom Siljansee ein großes Porphyrgebiet mit zum Teil trefflich individualisierten Gesteinen vorkommt. J. Martin stellte in seiner Sammlung von Geschieben aus dem Herzogtum Oldenburg bei etwa 40 Blöcken die Provinz Dalarne als Heimat fest. „Außer dem in zwei Stücken vertretenen Dalagranit von Elfdalen, welcher von E. Cohen und W. Deecke als „Jüngerer Granit von Dalarne" beschrieben ist [1]), fanden sich nämlich unter meinen Geschieben zwölf Porphyrarten aus den Kirchspielen Orsa, Mora, Elfdalen, Särna, Venja und Lima, sowie ein eigenartiges Porphyrkonglomerat, das in losen Blöcken im Kirchspiel Mora gefunden wird [2])."

Unter den in Ostfriesland gefundenen Porphyren fiel mir besonders einer auf, den ich auch in der oldenburgischen Geschiebesammlung gesehen zu haben glaubte. Herr Professor J. Martin, dem ich eine Probe davon einsandte, teilte diese dem Herrn Professor Deecke in Greifswald mit, welcher nach der mikroskopischen Untersuchung schrieb: „Es ist so gut wie sicher, daß das Geschiebe zur Gruppe der Blybergporphyre gehört und aus Dalarne stammt."

Die schwedische Provinz Schonen (schwedisch Skåne) bietet in dem für unser Diluvium in Betracht kommenden nordischen Vereisungsgebiete das einzige Basaltvorkommen. Wo also ein rein skandinavisches Diluvium entwickelt ist, wie allenthalben in Ostfriesland, und unter den Diluvialgeschieben Basalte angetroffen werden, darf man mit unbedingter Sicherheit die schwedische Provinz Schonen als deren Heimat in Anspruch nehmen. J. Martin verzeichnet ein häufiges Vorkommen von schonenschen Basalten im Herzogtum Oldenburg; van Calker fand dieses Leitgeschiebe in der Provinz Groningen, und ich war in der Lage, dasselbe auch für Ostfriesland festzustellen.

Neben den erratischen kristallinen Gesteinen beherbergt das ostfriesische Diluvium auch Sedimentärgeschiebe. Das älteste derselben ist ein kambrischer Sandstein mit Scolithus linearis J. Hall., den ich bei Collrunge und im Geröllås von Etzel fand. J. Martin sah ihn im oldenburgischen Diluvium stellenweise häufig auftreten. Ebenfalls wurde

---

[1]) E. Cohen und W. Deecke, Über Geschiebe aus Neuvorpommern und Rügen. Separatabdruck aus den Mitteilungen des naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen. 23. Jahrg., 1891, S. 37.

[2]) J. Martin, Das Haupteis ein baltischer Strom. S. 5.

Digitized by Google

er bei Groningen [1]), in Kloosterholt bei Scheemda [2]), 30 km östlich von Groningen, in größerer Anzahl in Drenthe, im „rooden Klif" in Westfriesland [3]) und an anderen Orten in den Niederlanden gefunden. Dieser Leitblock kommt anstehend in der schwedischen Provinz Småland am Kalmarsund vor. Allerdings fand ihn Torell, wie Lundbohm berichtet [4]), in der Nähe der Stadt Lund bei Hardeberga in Schonen ebenfalls anstehend, wodurch der Wert dieses Leitblockes ohne Frage beeinträchtigt wird. Doch stimme ich J. Martin zu, der die Mehrzahl der in Oldenburg so zahlreich vorkommenden Scolithussandsteine von dem weit umfangreicheren Vorkommen im småländischen Küstengebiet herleiten will [5]).

Weitere paläozoische Sedimentärgeschiebe lieferte das Silurgebiet der Insel Gotland und seiner Umgebung für unser Diluvium. Schon F. Roemer erwähnt im Jahre 1862 das Vorkommen gotländischen Kalkes im Diluvium von Jever [6]), dessen Geschiebe später in einem jüngeren Aufschlusse, der durch die Fundamentierung eines Hauses in der Schlachtstraße herbeigeführt worden war, von K. Martin gesammelt und nebst dem im Anfang der sechziger Jahre am entgegengesetzten Ende der Stadt beim Sophienstift gefundenen Material auf ihre marinen Tierreste untersucht wurden [7]). In der Provinz Groningen ist das Dörfchen Helpen, 2 km südlich von der Stadt Groningen, schon seit Jahrzehnten als Fundort silurischer Sedimentärgeschiebe bekannt [8]). Die Sammlung der Geschiebe von Kloosterholt [9]) enthält an Silurgeschieben folgende Fazies. Untersilur: Glaukonitkalk, Vaginatenkalk, Leptänakalk, Retiolitesschiefer; Obersilur: Graptolithengestein, untere öselsche Schicht, obere öselsche Schicht.

Eine gerade Linie, welche die beiden Ostfriesland am nächsten liegenden Fundorte silurischer Sedimentärgeschiebe — Jever und Kloosterholt bei Scheemda — verbindet, berührt die Ortschaften Leerhafe, Holtrop, Ostersander und Oldersum. Da sie zudem in der Richtung des von NO nach SW fließenden Eisstromes verläuft, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß silurische Kalke Ostfriesland im Eise über-

---

[1]) F. J. P. van Calker, Über das Vorkommen kambrischer und untersilurischer Geschiebe bei Groningen. Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft. 1891, S. 793.

[2]) F. J. P. van Calker, Über eine Sammlung von Geschieben von Kloosterholt (Provinz Groningen). Ebenda. 1898, S. 235.

[3]) F. J. P. van Calker, Über ein Vorkommen von Kantengeschieben und von Hyalithus- und Scolithussandstein in Holland. Ebenda. 1890, S. 583.

[4]) H. Lundbohm, Om den äldra baltiska isströmen i södra Sverige. Sveriges Geol. Undersökning. Serie C, Nr. 95, 1888.

[5]) J. Martin, Das Haupteis ein baltischer Strom. S. 12.

[6]) F. Roemer, Über die Diluvialgeschiebe von nordischen Sedimentärgesteinen in der norddeutschen Ebene und im besondern über die verschiedenen durch dieselben vertretenen Stockwerke oder geognostischen Niveaus der paläozoischen Formation. Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft. 1862, S. 575.

[7]) K. Martin, Die Geschiebe von Jever im Großherzogtum Oldenburg. Abhandlungen des naturwiss. Vereins in Bremen. Bd. IV, 1875, S. 385.

[8]) F. J. P. van Calker, Beiträge zur Kenntnis des Groninger Diluviums. Zeitschr. der deutschen geolog Gesellschaft. 1884, S. 723.

[9]) van Calker, a. a. O. S. 236 ff.

Digitized by Google

schritten haben, weshalb ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit besteht, daß sie auch im ostfriesischen Diluvium sich eingebettet finden. Ich schreibe es daher nur der launischen Tücke des Zufalls zu, wenn es mir nicht gelang, ostfriesische Diluvialgeschiebe gotländischer Fazies in die Hände zu bekommen. Das Einzige, was ich aus dem nordischen Silurgebiet an erratischem Material erhielt, ist eine Astylospongide aus der Tergaster Endmoräne [1]), die ich der Güte des Herrn Lehrers Windemöller in Tergast verdanke. Doch fand ich bei Elbergen an der Ems (zwischen Lingen und Salzbergen) ein Silurkalkgeschiebe mit Brachiopoden (Orthis und Orthotetes), das ohne Zweifel dem Silurgebiet von Gotland und Ösel entstammt.

Nach nur wenigen Exkursionen im ostfriesischen Diluvium muß jeder Geologe zu der Überzeugung kommen, daß unter den kristallinen Geschieben die Granite mehr als 80% ausmachen, und daß namentlich Gneise besonders spärlich vertreten sind. Ich fand einige schön gebänderte Gneise besonders im südlichen Ostfriesland und in Heisfelde, je einen Augengneis bei der Büntingschen Kiesgrube in Plaggenburg und südlich von Borgholt im Kreise Wittmund. Auch in den Ostfriesland benachbarten Gebieten ist allenthalben ein auffallendes Überwiegen der Zahl granitischer Geschiebe über die der Gneise festgestellt worden. Diese Tatsache gewährt uns einen trefflichen Anhalt bei der Heimatbestimmung der ostfriesischen Diluvialgeschiebe. Nathorst hat

---

[1]) Es gelang mir weder in Halle a. S. noch in Zürich, an dem vorhandenen Literatur- und Vergleichsmaterial die Art zu bestimmen. Ich sandte daher das Exemplar Herrn Professor Dr. Rauff in Berlin mit der Bitte um gütige Bestimmung des Stückes ein. Genannter Autor teilte mir in liebenswürdiger Weise mit: „Ihre mir übersandte Astylospongide ist für Europa neu. Es ist der europäische Vertreter des amerikanischen Carpomanon stellatim-sulcatum (F. Roem.) Rff." Späterhin stellte mir Herr Prof. Dr. Rauff den Namen und die Diagnose der neuen Art freundlichst zur Verfügung, welche hier folgen mögen:

„Carpospongia stelligera Rff.

„Das einzige Exemplar, das bisher vorliegt, ursprünglich wohl kugelig, jetzt infolge von Abrollung durch einige abgeplattete Flächen mehr unregelmäßig polyedrisch bis würfelig. Oberfläche mit 6 deutlichen flachen Paragastern, von denen als Zentren je 8 bis 12 kräftige, ziemlich breite, einfache oder geteilte Furchen ausstrahlen. Zwischen diesen Furchen stehen wohlausgeprägte, wulstige Rippen und kurze Buckel. In den Paragastern, sowie im Grunde der Furchen, weniger auf den Rippen und Buckeln zahlreiche Mündungen von Strahlkanälen.

„Von den 6 Furchensternen (Paragastern) liegen 2 diametral gegenüber, polar, die andern 4 alsdann annähernd äquatorial. Polhöhe 29 mm, Äquatorialdurchmesser 33 mm. Polare Paragaster ca. 7 mm, äquatoriale 4—5 mm weit, eins mehr punktförmig, zum Teil abgerieben. Breite der Furchen etwa 1 mm, der Rippen und Buckel 2—4 mm.

„Skelettdimensionen diejenigen der europäischen Astylospongiden, vgl. Rauff, Palaeontographica, Bd. 40, S. 286.

„Das Stück ähnelt am meisten der an oben a. O. Taf. 13, Fig. 11 abgebildeten amerikanischen Spongie. Aber die Paragaster = sternförmigen Furchenzentren sind bei der neuen europäischen Form bestimmter, die Rippen und Schollen zwischen den Furchen schmaler, die Form ist klarer geprägt.

„Geologisches Alter? Unter- oder obersilurisch.

„Carpospongia stelligera ist das europäische Äquivalent des amerikanischen Carpamonon stellatim-sulcatum (F. Roem.) Rff. Über diese Beziehungen werde ich in einer kleinen Publikation noch weiteren Aufschluß geben."

Digitized by Google

das Verdienst, zuerst genauer die Verwerfungslinie festgelegt zu haben, welche Südschweden scharf in ein Gneis- und ein Granitgebiet trennt [1]). Gneis- und Granitterritorium Südschwedens werden durch eine sehr interessante, fast geradlinig verlaufende Verwerfung geschieden, die auf der geologischen Karte von Schweden [2]) sehr deutlich hervortritt. Diese große Verwerfungslinie verläuft von Karlshamn (in Blekinge, an der Südküste Schwedens) in schnurgerader, fast Südnord streichender Richtung über Jönköping am Wettersee nach Christinehamn an der Nordspitze des Wenersees, erreicht von dort in ebenfalls geradem Verlauf, sehr wenig westwärts geneigt, auf dem 60. nördlichen Breitenparallel den Klar-Elf, dessen Lauf aufwärts bis zum 61. Breitenkreise (Grenze von Schweden und Norwegen) sich der Verwerfungslinie getreu anschmiegt. Westlich von dieser Verwerfung liegt das Gneisgebiet, im Osten derselben das Granitterritorium. Aus dem Verhältnis der Häufigkeit der Granite und der geringen Anzahl der Gneise darf man daher mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß der Eisstrom, der das erratische Material zum Aufbau des ostfriesischen Diluviums transportierte, im wesentlichen östlich von der großen Verwerfungslinie geflossen sein muß.

Bei dem Versuche, das Heimatgebiet der skandinavisch-ostbaltischen Geschiebe des ostfriesischen Diluviums durch eine Linie zu umgrenzen, muß die Tatsache im Auge behalten werden, daß weder Geschiebe aus Bornholm, noch aus Finnland im Diluvium Ostfrieslands und seiner Nachbarschaft festgestellt werden konnten, insbesondere wurde der an seinen großen Orthoklaskristallen makroskopisch sofort erkennbare Finnlandrapakiwi, der östlich von Helsingfors und bei Wiborg anstehend angetroffen wird, nirgends gefunden. Das Heimatgebiet der skandinavisch-ostbaltischen Diluvialgeschiebe wird demnach umgrenzt durch die bezeichnete Verwerfungslinie von Karlshamn bis zum Eintritt des Klar-Elf in Schweden auf dem 61. nördlichen Breitenkreise, weiterhin durch eine von hier genau nordwärts bis zum Kallsee (63 1/3 ° N) verlaufende Gerade, die man sich nun zur Mündung des Ångerman-Elf bei Hernösand weiter gezogen denkt. Ein ganz flacher Bogen, von der Mündung des Ångerman-Elf nach Süden bis Falsterboo an der Südwestecke Schwedens gezogen, der die Ålandinseln, Gotland und Öland einschließt, aber nördlich von Bornholm verläuft, bildet die Ost- und Südgrenze, während im Westen die beiden Geraden Falsterboo-Helsingborg und Helsingborg-Karlshamn noch die zum Heimatgebiet gehörige Provinz Schonen mit einschließen.

Weiterhin lieferte das westbaltische Kreidegebiet des dänischen Archipels und der cimbrischen Halbinsel manche Geschiebe nach Ostfriesland. Vermochten auch die ins Eis aufgenommenen mürben Kreidebrocken aus naheliegenden Gründen den Transport in den aller-

---

[1]) A. G. Nathorst, Ett försök att förklara orsaken till den skarpa gränsen mellan södra Sveriges vestra och östra urterritorium. Geol. Föreningen i Stockholm Förhandlingar. Stockholm 1886. Nr. 100, Bd. VIII, H. 2, S. 95.

[2]) Geologisk öfversigtskarta öfver Sveriges berggrund, upprättad och utgifven af Sveriges geologiska Undersökning. 1901. Södra Bladet (Maßstab 1 : 1 500 000).

Digitized by Google

meisten Fällen nicht zu überstehen, wie die bemerkenswerte Seltenheit der im Diluvium gefundenen Kreidebrocken auch beweist, so sind doch die Einschlüsse der baltischen Kreide in Gestalt der Feuersteine jedem Kinde bekannt. Sie spielten im Leben der Prähistoriker ja eine bedeutende Rolle. Von kretazeischen Petrefakten finden sich am häufigsten Ananchytes ovata Lam. und Echinoconus (Galerites) albogalerus Klein (Conulus) aus dem Senon; ferner Kieselschwämme (z. B. Aulaxinia costata Hinde u. a.) des Senons und Pentakriniten und Hexaktinelliden der oberen Kreide. Ein in Ostfriesland wohnender reger Sammler würde diese Vertreter der fossilen Fauna des jüngeren Kreidemeeres [1]) leicht um eine größere Anzahl vermehren können [2]). Allerdings liefern alle diese Petrefakten kein einziges Leitgeschiebe, jedoch alle in ihrer Gesamtheit den Beweis, daß der baltische Eisstrom, der Ostfriesland erreichte, das westbaltische Kreidegebiet überschritten haben muß.

Schließlich sei hier noch eines unteroligozänen Fossils kurz gedacht, das dem ostfriesischen Diluvium eigen ist; es ist der Bernstein. Auch er wurde im Westbaltikum, wo er sich sehr wahrscheinlich schon an sekundärer Lagerstätte befand, ins Inlandeis aufgenommen und nach Südwesten verschleppt, bis er — meistens in der Grundmoräne — zur Ablagerung gelangte.

Häpke [3]) führt schon 1875 als Fundorte im ostfriesischen Diluvium an Nenndorf, Sandhorst bei Aurich, Neuschoo bei Esens, Middels-Osterloog. Das Emder Museum besitzt zwei Bernsteinstücke, die „1894 bei Ogenbargen im Mergel gefunden" wurden. Bei Middels werden öfter Bernsteinfunde gemacht, wie mir Herr Hauptlehrer Focken in Middels mitteilt, dem ich auch zwei Fundstücke verdanke, von denen eins in Middels in der Grundmoräne, das andere in Spekendorf „in weißem Sande" (wohl Innenmoräne) oberhalb der Grundmoräne gefunden wurde. Ein sehr schönes, über 100 g wiegendes Stück verdanke ich Herrn Lehrer Kramer in Großwolde; es wurde in der Grundmoräne bei der Ziegelei Bullerbarg, Gemeinde Steenfelde, gefunden und zeigt sehr schöne Glazialschrammen in zwei sich kreuzenden Schrammensystemen. Nach einer gütigen Mitteilung des Herrn Försters Brünig in Hopels ist im Jahre 1897 auch in Wiesede ein Stück Bernstein gefunden worden. Ebenso fand man kürzlich in der Gemeinde Neuschoo zwei Bernsteinstücke im Tonmergel, 5 m unter der Erdoberfläche, von denen eins die Größe

---

[1]) K. Martin (Die Geschiebe von Jever) gibt für die Stadt Jever und Umgegend an: Ananchytes und Galerites in mehreren Arten, unter ihnen A. ovata und G. albogalerus, Spatangus cor testudinarium, Clypeaster spec., Discoidea spec., Gryphaea spec. und Pecten spec.

[2]) Als Fundorte seien genannt: Endmoräne von Tergast, Geröllås von Etzel, deckenförmige Innenmoräne der Friedeburger Gegend, Grundmoräne von Schwerinsdorf bei Hesel im Kreise Leer. In der Friedeburger Gegend bezeichnet das Volk die dort verhältnismäßig häufigen Echiniten als „Adlersteine", im südlichen Ostfriesland als „Dönnersteen'n". Hier legt man sie zuweilen auch wohl auf den Dachboden in der abergläubischen Meinung, das Haus dadurch gegen Blitzschlag zu sichern.

[3]) Dr. L. Häpke, Der Bernstein im nordwestlichen Deutschland. Abhandlung des naturwiss. Vereins Bremen 1875, Bd. IV, S. 525—550.

Digitized by Google

eines Hühnereies hatte, wie ich aus einer gütigen Mitteilung des Herrn Lehrers Bens in Neuschoo-Lüdstede entnehme. Auch beim Bau des Ems-Jade-Kanals sollen Bernsteinstücke im Diluvium gefunden worden sein. Ferner teilt mir Herr Ökonomierat Dr. Wegner, Direktor der Ackerbauschule in Norden, gütigst folgendes mit: „Ich fand vier Bernsteinstücke im Mergel in der Nähe der Försterei des Knyphauser Waldes bei Rispel, etwa 100 m nordseits vom Ems-Jade-Kanal. In der Familie des Fürsten Knyphausen finden sich verschiedene Schmuckgegenstände aus Bernstein, der dem Rispeler Lager entstammt." Im Groningerlande sind ebenfalls zahlreiche Bernsteinfunde bekannt. [1]) Aus dem Diluvium der nächsten Nachbarschaft im Oldenburgischen führt Häpke als Fundorte an: Neuenburg, Varel, Umgebung von Oldenburg. Wenn man neueren Zeitungsberichten Glauben schenken darf, sind beim Graben des Ems-Hunte-Kanals im Januar 1906 „in der Nähe von Mosleshöhe an drei Stellen in dem Sande unter der Moorschicht Bernsteinstücke in nicht unerheblichen Mengen gefunden worden".

Die in der Grundmoränenfazies des Geschiebelehms vorkommenden Bernsteinstücke sind stets ohne Verwitterungsschicht, daher von außerordentlicher Frische und tadellos erhalten. Das bei Spekendorf oberhalb der Grundmoräne gefundene Stück aber trägt deutliche Kennzeichen starker Verwitterung.

Reste von diluvialen Säugetieren, die nur der postglazialen Zeit entstammen könnten, sind im ostfriesischen Diluvium bisher nirgends gefunden, noch auch aus dem Emsbette ausgebaggert worden. Die auf dem Grunde des Hochmoores bei Vossbarg, Spetzerfehn u. a. O. beim Torfgraben öfter gefundenen Hörner gehören weder dem Bos primigenius Cuv., noch dem Bison priscus Boj. an, sondern sind wohl als Überreste prähistorischer Besiedelung des Diluviums zu deuten und als Überbleibsel eines schon von Menschen gezüchteten Rindes anzusehen.

Sehr vereinzelt wurden im Diluvium zwischen Weser und Rhein auch norwegische Gesteine gefunden. Bisher sind im ganzen acht Funde von Blöcken unzweifelhaft norwegischer Herkunft zu verzeichnen, und zwar war es in allen Fällen der am Christianiafjord anstehend vorkommende „Rhombenporphyr" (Leopold von Buch), der als Erratikum konstatiert wurde. Die Funde betreffen:

1 Exemplar von Helland auf der Insel Urk [2]) gefunden.
1 „ von van Calker bei Neu-Amsterdam [3]).
1 „ von Schroeder van der Kolk bei Markelo [4]).
3 Exemplare von J. Martin im Herzogtum Oldenburg [5]).

---

[1]) G. A. Venema, De barnsteen in de provincie Groningen. Verhandelingen der Commissie van de geoloog. Kaart van Nederland. II. 1854.

[2]) A. Helland, Über die glazialen Bildungen der nordeuropäischen Ebene. Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft. 1879, S. 78.

[3]) F. J. P. van Calker, Diluviales aus der Gegend von Neu-Amsterdam. Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft. 1885, S. 798.

[4]) J. L. C. Schroeder van der Kolk, Bijdrage tot de kennis der verspreiding onzer kristallijne zwervelingen. Leiden. 1891. S. 79.

[5]) J. Martin, Diluvialstudien III. Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser. 5. Alter des Diluviums. 13. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück. 1898, S. 25.

Digitized by Google

2 Exemplare von Elbert gefunden, davon eins bei Sögel im Hümling, das zweite in der Kinderhäuser Kiesgrube bei Münster[1]).

Den Rhombenporphyr vermochte ich für Ostfriesland nicht festzustellen, trotzdem ich eifrig auf ihn gefahndet habe. Jedoch fand ich am Geschiebeås von Möhlenwarf-Tichelwarf, etwa 3 km westlich von Weener, bei Tichelwarf einen Zirkonsyenit, der unzweifelhaft norwegischer Abstammung ist. Er wurde von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Albert Heim in Zürich, sofort als der norwegische Zirkonsyenit erkannt, den er selbst im Jahre 1870 im Anstehenden bei Frederiksvaern an der Südküste Norwegens angetroffen hatte, und der von Brögger mit der Bezeichnung „Laurvikit" belegt worden ist. Die makroskopische Übereinstimmung des bei Tichelwarf gefundenen Leitblockes mit zwei Exemplaren der Züricher Sammlung ist eine so frappierende, daß man annehmen könnte, alle drei wären aus demselben Stück geschlagen worden. Sie sind perlgrau und zeichnen sich durch die großen Feldspäte aus. Rosenbusch, der auch eine, allerdings unzureichende Abbildung von diesem schönen Gestein gibt, beschreibt[2]) es folgendermaßen:

„Einen ganz eigenartigen Typus der Alkalisyenite stellen die von Brögger als Laurvikit bezeichneten Tiefengesteine dar, welche zwischen dem Christiania- und Langesundfjord von Tönsberg bis nach Laurvik eine große Verbreitung haben. Ihre bald mikroperthitischen, bald anorthoklastischen Feldspäte zeigen vorwiegend spitzrhombische und gleichschenkelig dreieckige Durchschnitte, infolge der Begrenzung durch die Flächen ∞P (110) und $2P\bar{\infty}$ ($\bar{2}01$), welche so ausgebildet zu sein pflegen, daß die Gesamtgestalt einigermaßen dem nächststumpferen Rhomboëder des Kalkspats ähnelt. Oft sind die Formen gerundet, zumal die Kanten im klinodiagonalen Hauptschnitt, wodurch die Schnitte nach OP (001) spitzwinkliger erscheinen, als dem Feldspatprisma entsprechen würde. Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz ist häufig, wobei aber dann abweichend von der gewöhnlichen Ausbildung die Querfläche Verwachsungsebene ist. Diese sogenannten Rhombenfeldspäte und damit das ganze Gestein, dessen weit vorherrschender Gemengteil sie sind, haben im Westen des Massivs perlgraue, im Osten rote Farbe. Plagioklas fehlt durchaus, Quarz ist nur in der Gegend von Tönsberg vorhanden, fehlt sonst vollständig. Sodalith und Nephelin sind als Übergemengteile verbreitet. Die farbigen Gemengteile (dunkler TiO_2-haltiger Augit, Diopsid, Ägirinaugit, gelegentlich Hypersthen, Lepidomelan und barkevikitische Hornblende) wechseln stark und agglomerieren sich gern zu Häufchen, in deren Zentrum Olivin nicht häufig erscheint und die reich an Apatit sind. Titanit ist im ganzen selten; das Eisenerz ist titanhaltiger Magnetit; Zirkon bald reichlich, bald spärlich. Die Struktur ist bald normal körnig, bald fluidal, sehr oft eigentümlich porphyrisch, indem große Rhombenfeld-

[1]) Johs. Elbert, Über die Altersbestimmung menschlicher Reste aus der Ebene des westfälischen Beckens. Correspondenzbl. d. deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. 1904, S. 107.

[2]) H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 2. Aufl. Stuttgart, Schweizerbart (E. Nägele), 1901, S. 116 ff.

Digitized by Google

späte in einem Gewirr kleiner Feldspatkörner liegen. — Die Grenzfacies dieser Laurvikite ist rhombenporphyrisch."

Eine einwandfreie Erklärung für das sporadische Auftreten norwegischen Erratikums in unserem Diluvium hat zuerst J. Martin gegeben [1]). Im Beginne der Eiszeit stieg von dem damals viele hundert Meter höheren südlichen Norwegen aus dem Christianiafjord eine Gletscherzunge herab ins Kattegat und verschleppte norwegisches Material südwärts und hinab ins westbaltische Kreidegebiet, wo es dann später ins baltische Haupteis aufgenommen wurde und so in unsere Gegenden gelangte. Im Westbaltikum findet man daher als Liegendes des schwedisch-baltischen hier und da ein norwegisches Moränenglazial. Ebenso erklärt sich das sehr sporadische Auftreten von finnländischem Material im nordwestlichen Deutschland und Holland, das in einzelnen Blöcken wahrscheinlich auch zwischen Weser und Ems noch einmal gefunden werden wird, indem vom damals viel höheren Finnland ebenfalls im Anfange der nordeuropäischen Vereisung eine Gletscherzunge ins baltische Flachbecken bis südlich von den Ålandinseln herabfloß und so finnländische Gesteine in die Bahn des baltischen Hauptstromes lieferte, von wo sie dann im Haupteisstrom bis nach dem westlichen Deutschland und Holland gelangten. Für den Aufbau unseres Diluviums aber sind diese aus der primären glazialen Lagerstätte ins Haupteis aufgenommenen Blöcke ohne Bedeutung.

Nachdem so die Heimat der Geschiebe unseres Diluviums festgestellt wurde, ist es leicht, die Richtung des Eisstromes, der über Ostfriesland hinwegfloß, festzustellen. Sehen wir von jenen aus dem östlichen und westlichen Grenzgebiet stammenden Findlingen, die durch glazialen Doppeltransport in unsere Gegend gelangten, ab, so ergibt sich für die Richtung des Haupteisstromes folgendes:

Das Sammelgebiet von jenem Teile des Westflügels des nordeuropäischen Inlandeises, der das ostfriesische Diluvium aufbaute, lag über dem zentralen schwedischen Hochgebirge der Provinz Dalarne und seiner nächsten Umgebung. Von hier flossen die Eismassen zunächst südostwärts in die Südhälfte des bottnischen Meerbusens, wo sie sich sehr bald südwärts wandten und über den Ålandarchipel und die Insel Gotland hinwegströmten. Auf der Breite von Gotland aber nahm der Eisstrom eine südwestliche Richtung an, in der er bis über Ostfriesland hinaus verharrte. Er überschritt die Insel Ösel, das südschwedische Festland (Blekinge und Schonen) und das westbaltische Kreidegebiet und gelangte über Schleswig-Holstein und den südöstlichsten Teil der jetzigen Nordsee in unsere Gegenden.

5. Orographie.

Wenngleich Ostfriesland dem flüchtigen Reisenden nur ein sehr einförmiges orographisches Bild bietet, da die Höhendifferenz zwischen dem tiefsten und dem höchsten Punkte der ganzen Geestfläche noch

[1]) J. Martin, Alter des Diluviums. S. 26.

Digitized by Google

Tafel 3. Querprofil der Tergaster Endmoräne, von S.-O. gesehen.

Digitized by Google

Digitized by Google

nicht einmal 20 m beträgt, so sind doch auch die nur schwach ausgeprägten glazialen Höhen dem Geologen besonders interessant; denn die Erkenntnis ihres Aufbaues und diluvialen Alters ist für Klärung und Verständnis der Entwicklungsgeschichte des Diluviums von durchaus ausschlaggebender Bedeutung.

Es liegt auf der Hand, daß hier nicht weit von der Grenzlinie des großen Eisschildes Endmoränen, Âsar und glaziale Stromtäler infolge der hier nur geringen Mächtigkeit des Inlandeises nicht in dem Maße zur Entwicklung gelangen konnten, wie wir sie östlich von der Elbe antreffen. Ihre nur bescheidene orographische Ausprägung ist eben eine absolute Folge ihrer exponierten Lage im Hinblick auf das ganze gewaltige Vereisungsgebiet. Der letzten Phase in der Geschichte des Diluviums entsprechend, die durch den von SW nach NO vor sich gegangenen Eisrückzug repräsentiert wird, mögen die orographischen Verhältnisse auch in dieser Reihenfolge einer Einzelbesprechung unterzogen werden.

a) Das Vorland der Tergaster Endmoräne.

Im Reiderlande, dem links von der Ems gelegenen Teile Ostfrieslands, das man seinen orographischen Verhältnissen entsprechend in das (südliche) Oberreiderland und das im Norden gelegene Niederreiderland teilt, finden sich einige Höhenzüge, welche verschiedener Entstehungsgeschichte, daher auch ungleicher Art und ungleichen Alters sind. Teils sind es Sandhöhen, wie die Bunderhee und die Höhen von Weenermoor und Weener, andernteils aber offenbar Moränenrücken, da sie aus dem Material der Grundmoräne, dem Geschiebelehm, geformt sind; das sind die Höhen von Diele-Stapelmoor, von Tichelwarf-Möhlenwarf, der südlichste Teil des Höhenzuges von Weener und die Höhe von Holtgaste. Alle diese reiderländischen Höhen haben aber ausnahmslos das eine charakteristische Merkmal miteinander gemeinsam, daß ihre Längsachsen in der Südnordrichtung orientiert sind.

1. Die reiderländischen Geschiebeâsar. Die Aufschlüsse an den zuletzt genannten Höhen von Diele-Stapelmoor, Tichelwarf-Möhlenwarf, dem südlichsten Teil des Höhenzuges von Weener und der Höhe, auf der das Dorf Holtgaste liegt, zeigen, daß alle diese Rücken gleich gebaut sind. Unten findet sich als Gewölbekern das Frühhvitåglazial, das hier meist in toniger Fazies als Glimmerton oder Hvitåton (im Reiderlande „Potklei" genannt) auftritt. Darüber ist eine Geschiebelehmdecke von durchschnittlich etwa 1 m Mächtigkeit gebreitet, die wiederum, namentlich an der Westflanke, von einer mehr oder weniger mächtigen Schicht von Späthvitåglazial überlagert ist. Orographisch tritt namentlich deutlich die Höhe von Diele-Stapelmoor hervor, ebenso der an seiner Nordflanke von einem Sandrücken verdeckte Geschiebehügel südlich von Weener, der der Kürze wegen als der verdeckte Geschiebehügel von Weener bezeichnet werden möge. Seine Kuppe liegt dort, wo die nach Holthusen führende Landstraße von derjenigen von Weener nach Stapelmoor abzweigt, fast zu Tage. Undeutlich geworden ist der Höhenzug von Tichelwarf-Möhlenwarf in seinem

Digitized by Google

südlichen Teile, da man hier — wie der Name der Siedelung auch andeutet — schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts den Geschiebelehm auf einer nun längst abgebrochenen Ziegelei ausgeschachtet, „ausgeziegelt" hat. Durch Grabungen bei der Anlegung des auf seinem Rücken liegenden Dorfes Holtgaste ist auch der Holtgaster Höhenzug verändert worden, wenn auch weniger als der Rücken von Tichelwarf-Möhlenwarf, der mit einer Höhe von 6,8 m in der Nähe des Stirlerschen Wirtshauses den höchsten Punkt Reiderlands aufzuweisen hat.

Da die Höhen in ihrem Kerne aus Frühhvitåglazial bestehen, das in die Grundmoräne einragt, die das ganze sanfte Gewölbe mit einer Geschiebelehmdecke überzieht, welche wiederum vom Decksande, der an den Ostflanken durch die äolischen Kräfte oft entfernt oder doch sehr vermindert wurde, überlagert ist, können diese „Einragungszüge" nur entweder Geschiebeendmoränen oder Geschiebeåsar sein. Endmoränen streichen immer parallel zur Saumlinie des Eises, die Åsar aber rechtwinklig dazu; denn ihre Längsachsen liegen in der Stromrichtung des Eises. Da nun das Inlandeis Ostfriesland von NO nach SW überschritt und in umgekehrter Bewegungsrichtung in der Abschmelzperiode zurückwich, kann man aus dem Verlauf ihrer Längsachsen keinen unbedingt sicheren Schluß auf die Natur dieser Moränenrücken ziehen. Nördlich von diesen Reiderländer Höhen liegt der aus Geröllglazial aufgeschüttete Moränenrücken von Tergast; seine Längsachse verläuft ost-westwärts. Weiter unten wird nachgewiesen werden, daß dieser Tergaster Höhenrücken zweifellos eine Endmoräne ist. Zieht man endlich noch den gleichsinnigen Verlauf der reiderländischen Moränenrücken und der Hümlingsåsar in Betracht, so kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß die Einragungszüge Reiderlands Geschiebeåsar sein müssen.

Über die Entstehung der Geschiebeåsar war man lange Zeit im unklaren. Jetzt ist man allgemein zur Annahme der Strandmarkschen Hypothese[1]) gelangt, welche die Geschiebeåsar in langgestreckten, subglazialen Höhlen (Eistunneln) nahe hinter dem Saume des Eiskörpers entstehen läßt, die durch Bodenströme gebildet werden, welche die subglazial in ihnen abfließenden Schmelzwasser auf das Vorland des Eises entleeren. Nach dem Versiegen der Bäche wurde dann von dem gewaltigen Eisdrucke die Grundmoränendecke zusamt dem obersten Frühhvitåglazial hinaufgepreßt. Die Geschiebeåsar Reiderlands sind also Moränenrücken, die während des Eisrückzuges durch Pressung in schwach gewölbten Eistunneln emporgewölbt wurden. Ostwärts von der Ems sind noch der Geschiebehügel von Rhaude und der von Holte hierher zu rechnen, die schließlich durch späthvitåglazialen Decksand zu einem scheinbar einheitlichen Höhenzuge miteinander verbunden wurden, der ebenfalls in der Süd-Nordrichtung verläuft.

2. Der Geröllås von Steenfelde. Im Vorland der Tergaster Endmoräne zeigt der auch in Süd-Nordrichtung streichende Höhenzug

[1]) P. W. Strandmark, Om rullstensbildningarne och sättet, hvarpå de blifvit danade. Redogörelse för högre allmänna läroverket i Helsingborg under läsåret 1884—85. Helsingborg 1885. Ferner: Strandmark, Om jökelelfvar och rullstensåsar. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. 1889. Bd. 11, S. 93—111.

Digitized by Google

von Steenfelde allen anderen Höhen gegenüber in seinem Aufbau eine ausgeprägte Individualität. Im Osten, Süden, Westen und Nordwesten dieses von der Steenfelder Kirche gekrönten und allseitig sanft abfallenden Höhenzuges läßt sich die Grundmoräne in der Fazies des Geschiebelehms nachweisen, der sich nirgends, wie es bei den Durchragungszügen der Fall ist, an den Flanken hinaufzieht. Die Höhe ist aus konkordant geschichteten Bänken aufgebaut, die diskordant zu einander gelagert sind. Am Grunde der Einzelbänke finden sich Blöcke, die deutlich die Spuren des Wassertransports an sich tragen, von Faust- bis fast Kopfgröße. Auch das deutet mit Sicherheit an, daß es eine frühhvitåglaziale Bildung in Form eines Durchragungszuges nicht sein kann. Die Höhe ist vielmehr, wie die Gerölle und der gesamte Aufbau deutlich erkennen lassen, aus Geröllglazial aufgebaut. Da sie mit den Geschiebeåsar links von der Ems gleiche Streichrichtung hat, so kann die Steenfelder Höhe als nichts anderes als ein Geröllås gedeutet werden.

Über die Entstehung des Geröllåsar ist auch heutzutage manches noch nicht geklärt. Doch herrscht kein Zweifel darüber, daß sie beim Rückzuge des Eises unterhalb des Eiskörpers entstanden sind und daß das Inglazial dazu das Material geliefert hat. Beim Dorfe Steenfelde, das von dem schon seit alten Zeiten aus dem Ås entnommenen erratischen Material seinen Namen hat, finden sich mehrere gute Aufschlüsse, welche im Querschnitt die Linsenstruktur deutlich erkennen lassen und im Längsschnitt die langgestreckten, beiderseits flach auskeilenden Bänke zeigen, die in sich konkordant geschichtet sind und durch braune Eiseninfiltrationen wie durch Adern voneinander geschieden werden. Häufig finden sich Riesenkessel, die teils tief keilförmig hinabsteigen und durch eingeschwemmten Kies, der mit Tonlamellen wechsellagert, wieder ausgefüllt wurden, teils aber bis 2 m Durchmesser erreichen und dann meist mit einem groben Kiese ausgefüllt sind, der durch die Eisenhydroxyde oben schwarz, in den unteren Partieen tiefgrau gefärbt ist. Die schon seit Jahrhunderten betriebene Ausbeutung des Geröllås auf Blöcke und Kies wird noch in der Gegenwart fortgesetzt.

Der Geröllås von Steenfelde zeigt im Süden einen deutlichen Abfall zur Ebene, während er im Norden sehr flach verläuft und bei Großwolde sein Ende erreicht, wo in der Nähe der Kirche sich im Späthvitåglazial die verschleierte Innenmoräne in Feuerstein- und Granitgeröllen deutlich nachweisen ließ. Der Nordabfall ist deshalb nur sehr schwach charakterisiert, weil sich der Ås hier orographisch unmerklich als ein späthvitåglazialer Sandrücken fortsetzt, der noch weit über Ihrhove hinaus nordwärts zu verfolgen ist. Der Westabhang ist namentlich deshalb deutlicher ausgeprägt als der Ostabhang, weil hier an der Westflanke stets die Ausbeutung vor sich ging. Südostwärts scheint sich das Geröllglazial als deckenförmige Innenmoräne noch weiter auszubreiten; ich konnte es als solche in einer Kiesgrube in Flachsmeer nachweisen[1]).

[1]) Etwa 1 km nordwärts davon traf ich wieder die Grundmoräne als blockreichen Geschiebelehm an. Man möchte die Vermutung hegen, daß die decken-

Digitized by Google

Zwischen den parallelen, benachbarten und, wenn auch im Aufbau verschiedenen, so doch durchaus gleichaltrigen Åsar von Diele-Stapelmoor im Westen und Steenfelde im Osten floß in frühpostglazialer Zeit ein Åsbach nordwärts, um bei Leerort in die jetzige Leda zu münden. Er bildete den Wegweiser für die Wasser der erst viel später infolge von Stromverlegungen mit der Leda verbundenen Ems[1]).

3. Der Sandr vor der Endmoräne. Neben jenen Moränenrücken beherbergt das Vorland der Tergaster Endmoräne noch eine Anzahl ebenfalls in Süd-Nordrichtung streichender Höhen, welche durch einen ganz anderen Aufbau charakterisiert sind. Dahin gehören die Bunderhee, die Höhe von Weenermoor und von Holthusen, der Höhenzug von Weener, soweit er nicht durch den verdeckten Geschiebehügel im Süden repräsentiert wird, die Höhen von Bingumgaste und Mitling-Mark, welche sich orographisch ausnehmen fast wie Bild und Spiegelbild, der flache Sandrücken von Großwolde und Ihrhove, der nördlich dem Steenfelder Geröllås angelagert ist, die späthvitåglaziale Auffüllung zwischen den Geschiebehügeln von Rhaude und Holte, der Holterbarg, nordöstlich von Holte u. a. m.

Auf der Bunderhee fand ich einen Aufschluß, der 3 m tief war und nichts als den typischen späthvitåglazialen Decksand zeigte. Im Osten, Westen und Süden des Höhenzuges ist Grundmoränenlehm nachweisbar, der beim Brunnengraben in Bunderhee und Bunde auch überall unter diesem Höhenrücken angetroffen wird. Er ist also aus reinem Späthvitåglazial aufgebaut und lagert als jüngere Bildung auf der allenthalben scheinbar ganz horizontal sich hinziehenden Grundmoränendecke[2]).

Die Höhe von Weener ist dem verdeckten Geschiebehügel unmittelbar angelagert. Der Bahneinschnitt gleich südlich von Weener zeigt eine Mächtigkeit des Decksandes von 4—4 1/2 m. Der Bahnkörper ruht hier im Einschnitt auf dem Geschiebelehm. In Weener ausgeschachtete Keller zeigten ebenfalls das typische Späthvitåglazial, so daß der Höhenrücken von Weener im Schema folgendes Längsprofil zeigt:

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Steenfelder Geröllås, dem auch nordwärts ein flacher späthvitåglazialer Sandrücken, auf dem die Dörfer Ihrhove und Großwolde liegen, angelagert ist. In gleicher Weise sind die Geschiebehügel von Holte und Rhaude durch eine späthvitåglaziale Ausfüllung verbunden.

förmige Innenmoräne sich vielleicht ostwärts noch über Flachsmeer hinauszieht. Spätere Untersuchungen werden darüber die nötige Klarheit bringen.

[1]) Weiteres darüber im hydrographischen Teil.

[2]) Bei den Überschwemmungen früherer Jahrhunderte, die endlich die Entstehung des Dollarts herbeiführten, bildete die Bunderhee eine wasserumflutete Halbinsel. Hee bedeutet Höhe, Bunderhee also Höhe von Bunde.

Digitized by Google

Ebenso zeigen sich die Höhen von Bingumgaste, Mitling-Mark und Holterbarg aus reinem Späthvitåglazial aufgebaut. Das Dorf Weenermoor liegt auf einem ebensolchen Hügel, der nahezu $1\frac{1}{2}$ km lang ist und im N und S flach in der Ebene verläuft. Bei Holthusen erreicht der Decksand eine Mächtigkeit von 3 m, wie mir ein dortiger Aufschluß bewies.

Aus den Lagerungsverhältnissen von Weener, vom Steenfelder Geröllås und den durch Späthvitåglazial verbundenen Geschiebehügeln von Rhaude und Holte, sowie aus dem späthvitåglazialen Baumaterial muß gefolgert werden, daß alle diese aus Decksand bestehenden Höhen jünger sind als die Moränenrücken. Während die Åsar schon entstanden, als das Eis mit seinen peripheren Teilen noch Reiderland und Overledingen bedeckte, gelangten diese meist langgestreckten Sandhöhen erst zur Ablagerung, als der Eissaum schon bis zu seiner Stillstandslage von Tergast zurückgewichen war. Die Verhältnisse des Höhenzuges von Weener zeigen mit zwingender Beweiskraft, daß die Ablagerung dieser späthvitåglazialen Höhen nur von Norden her erfolgt sein kann. Die Schmelzwasser transportierten die Sandmassen nach dem Süden. In dem verdeckten Geschiebehügel von Weener und im Steenfelder Geröllås stellten sich ihnen Barren entgegen, an denen sie rechts und links vorbeiflossen, indem sie davor die späthvitåglazialen Rücken herausmodellierten, die daher allesamt gleichaltrig und genetisch gleichartig sind. Sie repräsentieren in ihrer Gesamtheit einen Sandr vor der Endmoräne[1]).

Überblickt man das ganze Diluvium südlich von der Leda-Unterems-Linie von der Bunderhee im Westen bis zum Holterbarge im Osten, so muß man gestehen, daß es in den großen orographischen Zügen gruppenweise ganz gleich gebaut ist und daher ein einheitliches Gebiet des ostfriesischen Diluviums darstellt, das in seiner Entwicklungsgeschichte deutlich seine Abhängigkeit vom Stillstande des Eises an der Tergaster Endmoräne bekundet. Man kann es dementsprechend als das Vorland der Tergaster Endmoräne bezeichnen.

b) Das glaziale Stromtal der Urems.

Aus der weiter unten geschilderten Entwicklungsgeschichte der hydrographischen Linien zwischen Weser und Vecht geht hervor, daß Hunte und Leda einst eine einzige Stromlinie, die Urems, bildeten, weshalb das glaziale Stromtal der Leda-Unterems als dasjenige der (unteren) Urems bezeichnet werden muß.

Als das Inlandeis bei Tergast stationär wurde, flossen die Schmelzwasser in der ersten Periode südwärts und bedeckten das Vorland der Endmoräne mit den späthvitåglazialen Höhen, die in ihrer Gesamtheit den Sandr vor der Endmoräne darstellen. Später suchten sich die

[1]) Die Bezeichnung „Sandr" stammt aus Island und wurde zuerst von Keilhack in die Terminologie eingeführt. Konrad Keilhack, Vergleichende Beobachtungen an isländischen Gletschern und norddeutschen Diluvialablagerungen. Jahrbuch der Königl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1883, S. 168 ff.

Digitized by Google

Schmelzwasser, vor dem Eisrande nach NW drängend, einen Abfluß nach der Nordsee, wodurch das glaziale Uremstal geschaffen wurde, das daher jünger ist als der Sandr vor der Endmoräne. Der Anstoß zur Bildung dieser glazialen Rinne wurde möglicherweise durch die weiter ostwärts — vielleicht in der Gegend der Stadt Oldenburg — vor dem Eissaume gestauten Schmelzwasser gegeben. Allmählich bildete sich vor dem Eisrande ein breites, sehr flaches Stromtal aus, das nach vollendetem Eisrückzuge von einem Flusse bewässert wurde, der als Urems die Hunte-Leda-Linie darstellte, von deren Lauf der jetzigen als Ems bezeichneten Stromlinie nur das unterste Stromstück von Leerort bis Borkum einverleibt wurde. Wenngleich späterhin die täglich zweimal hereinströmende Flutwelle fast das ganze glaziale Uremstal, soweit es Ostfriesland angehört, mit einer fruchtbaren Decke regenerierten Tonbodens in Gestalt der Flußmarsch bereicherte, so ist doch die ganze Tektonik des Tales und seine Entwicklungsgeschichte eine so echt diluviale, daß sie hier nicht übergangen werden darf.

Das glaziale Stromtal der Urems stellt sich als eine etwa 4 km breite, sehr flache Rinne dar, bei deren Entstehung bedeutende Schmelzwassermassen tätig gewesen sein müssen. Als später durch Stromverlegung die Hunte — die oberen zwei Drittel der Urems — ihre Wasser der Weser zuführte, fehlten dem nun fast zum toten Tale gewordenen unteren Reststück die großen Wassermassen und damit der Hauptfaktor der erodierenden Kraft. Die geschiebefreien Wasseradern der Leda und Jümme vermochten bei dem ihnen eigenen sehr geringen Gefälle ihre Rinnen nicht rasch genug zu vertiefen. So stand ihnen bei jedem Hochwasser, das durch herabströmendes Regenwasser oder durch Stauung der Flußwasser in der Emsmündung bei den häufigen Südweststürmen herbeigeführt wurde, ungehindert das ganze breite Flußtal offen, das daher bald gründlich versumpfte und allmählich zu einem weitgedehnten Wiesenmoor wurde, das sich durch das allenthalben zu konstatierende Darglager (Wiesentorf, Grastorf) kundgibt. Späterhin wurde dann dieses Lager von Torfsubstanz nach Maßgabe der täglich eindringenden Flutwelle nach und nach von einer Decke fruchtbarer Flußmarsch überlagert. Die im glazialen Stromtal vorhandenen wenigen Siedelungen leiden daher allesamt unter dem Mangel eines guten, reinen Trinkwassers, da das den Brunnen zufließende Sickerwasser durch organische Beimischungen, sowie Ulminate und Huminate gebräunt und verunreinigt wird.

Die nach Süden vorspringende Höhe von Leer zwang die Abschmelzwasser, diesen Geestrücken in einem stumpfen Winkel zu umfließen. Die Ursache dieser auffälligen Einbuchtung der sonst OSO-WNW verlaufenden Tallinie bildet der Durchragungszug von Heisfelde.

c) Der Durchragungszug von Heisfelde.

Von Bollinghusen nördlich von der Stadt Leer zieht in einer Länge von etwa 2800 m in der Richtung Nord zu Süd 20 Grad zu West durch das Dorf Heisfelde ein nicht sehr deutlich hervortretender Höhen-

Digitized by Google

rücken, der sich bis zur Deichstraße in Leer verfolgen läßt und weiter südwärts in das Weichbild der Stadt hineinzieht, sehr wahrscheinlich bis ans Ufer der Leda, da in Leer, namentlich in der Gegend der Uferstraße, ein deutlicher Abfall des Ufers gegen den Fluß hin zu konstatieren ist, wie er sonst im ganzen Ledatale nicht wieder in dem Maße vorkommt. Auf dem Rücken des Höhenzuges hat die Stadt Leer im Interesse der städtischen Wasserversorgung Bohrungen anstellen lassen und treffliches Trinkwasser erbohrt. Ein hohes Eisengerüst krönt daher die stumpfe Kuppe der Höhe westlich von dem Dorfe Heisfelde. Auch sonst hat Menschenhand an dem Höhenzuge manches verändert. Seit langer Zeit hat man ihm Tausende von Kubikmetern des schönsten Kieses entnommen, die Oberfläche eingeebnet und die sanft gewölbte Höhe horizontal gelegt. An der Ostflanke finden sich noch heute mehrere Aufschlüsse, welche über die Natur des Höhenzuges Klarheit verschaffen. Namentlich instruktiv in dieser Beziehung war die van Hoornsche Kiesgrube.

Der ganze Höhenzug ist einheitlich aus konkordant geschichteten Kiesen aufgebaut, deren Einzelbänke zueinander diskordant gelagert sind. An beiden Flanken des Rückens findet man die Grundmoräne in der Fazies eines blockreichen Geschiebelehms, der aufwärts sanft auskeilt. In der östlichsten Kiesgrube wechselt ihre Mächtigkeit außerordentlich, indem sie bald $^1/_2$, dann 1 m, ja oft $1^1/_2$ m beträgt. Der Geschiebelehm erscheint deutlich in das Frühhvitåglazial hineingepreßt, das daher in seinen obersten Partieen reich ist an Erscheinungen des Eisdruckes. In der van Hoornschen Kiesgrube wurden zahlreiche Driftblöcke gefunden, wie schon oben erwähnt worden ist. Auf der Kuppe der Höhe fehlt die Lehmdecke, die an der Ostflanke noch von etwa $^1/_2$ m Decksand überlagert wird, zusamt dem Späthvitåglazial; hier liegt unmittelbar unter der Ackerkrume der frühhvitåglaziale Kies zu Tage. Im Schema zeigt der Heisfelder Höhenzug folgendes Querprofil:

Das Frühhvitåglazial durchragt also die jüngeren Glieder des Diluviums; der Heisfelder Höhenrücken ist demnach ein Durchragungszug.

Der frühhvitåglaziale Kern des Heisfelder Durchragungszuges wurde beim Vorrücken des Eises von den Schmelzwasserbächen auf dem Vorlande des Inlandeises als sanfter Rücken herausmodelliert. In der flachen Rinne an seiner Ostflanke erfolgte dabei eine lebhafte Drift von Eisblöcken, die die mitgeführten Geschiebe in das Frühhvitåglazial einbetteten, worauf die Blöcke dann mit dem Kiese zugedeckt wurden. Das vorrückende und hinüberschreitende Eis vermochte den frühhvitåglazialen Rücken nicht einzuebnen, nur die Flanken wurden daher mit der Grundmoränendecke bekleidet, die langgestreckte Kuppe des Rückens aber erhielt keine Einhüllung durch Grundmoränenmaterial oder eine so höchst unbedeutende, daß sie jetzt nirgends mehr nachweisbar ist.

Digitized by Google

Dieser Durchragungszug gleicht einem diluvialen Vorgebirge, das südwestwärts in das glaziale Stromtal vorspringt, dieses zu einem Ausweichen in Form eines stumpfen Winkels zwang und selbst nun einen vorzüglichen Siedelungsplatz bot, auf dem sich die Stadt Leer entwickelt hat, die von altersher als Brückenstadt hinsichtlich des Verkehrs über die Leda nach dem Süden und über die nahe Ems nach dem Westen von Bedeutung war.

Aber auch auf die orographischen Verhältnisse wirkte dieser Durchragungszug sekundär mitbestimmend ein. Seiner geographischen Lage nach selbst noch dem Vorlande der Tergaster Endmoräne angehörend[1]), bildete er für die Schmelzwasser, welche den Sandr vor der Endmoräne schufen, eine wenn auch nur schräg sich ihnen entgegenstellende Schranke, die die südwärts strömenden Wasser zum Ausweichen nach rechts und links zwang, so daß parallel mit den später zu erwähnenden flachen Rücken an der Südwestflanke der hohen Geest — doch älter als diese — hier ein sanfter Rücken von Späthvitåglazial nordostwärts dem Heisfelder Durchragungszug angelagert wurde. Daher findet man gleich östlich von der Straße in Heisfelde eine mehrere Meter mächtige Decksandschicht, wie mir im September 1905 ein dort vorhandener größerer Aufschluß zeigte; ebenso breitet sich in Logaerfeld und weiter nordostwärts in Logahirumerfeld und Brinkum eine verhältnismäßig starke Decksandschicht aus. Diese angelagerte Höhe von Späthvitåglazial bildet orographisch eine südwestliche Fortsetzung der hohen Geest und begrenzt das Binnenland der Tergaster Endmoräne im Osten. Zugleich bot sie eine treffliche Verbindung von dem südlichen Ostfriesland nach der Auricher Gegend, weshalb sich hier ein uralter

[1]) Leider ist uns von dem Endmoränenzuge nur der Tergaster Rücken erhalten geblieben. Im Grenzgebiet der Vereisung findet man allenthalben nur Reststücke von den ursprünglich in viel bedeutenderer Länge entwickelten Endmoränen erhalten. Die unter dem Eise hervorbrechenden Wasser haben große Strecken der flachen, leicht erodierbaren Moränenrücken wieder völlig beseitigt. Die Tergaster Endmoräne verlief in flachem Bogen möglicherweise von Tergast über Nortmoor nach Detern, wie wir aus dem Verlauf des glazialen Stromtales schließen dürfen, so daß die Lage des Eissaumes bei Logabirum oder Brinkum vermutet werden muß. Doch will es mir eher scheinen, als wenn der Eissaum nicht in diesem flachen Bogen verlief, sondern nach Maßgabe der beim Inlandeise stets vorhandenen Lobenbildung eine Einkerbung besaß etwa in der Gegend von Boekzetelerfehn, so daß der Eisrand, von Tergast bis Boekzetelerfehn ostwärts verlaufend, hier in einem großen Bogen nach Süden vorsprang und über Brinkum, Nortmoor, Filsum nach Detern sich hinzog. Jedenfalls verlief die Linie des Eissaumes über Westwarsingsfehn, da Rorichmoor unzweifelhaft dem Endmoränenbinnenland angehört, während der Sandr vor der Endmoräne, dem noch eine weitere Reihe unbedeutender späthvitåglazialer Höhen zugerechnet werden müssen, sich in den Höhen von Ostwarsingsfehn kundgibt, auf denen Flachsmeer und Garrelsmeer als spätere Becken der äolischen Ausräumung erscheinen, von welchen das Garrelsmeer bereits in Ackerland verwandelt worden ist, während das trockene Flachsmeer noch in der Gegenwart sich als jugendliche Ausräumung dokumentiert. Physiographisch aber gehört der Heisfelder Durchragungszug nicht mehr dem Vorlande der Endmoräne, sondern schon der hohen Geest an, da ihn fast alles mit dieser, außer der späthvitåglazialen Anlagerung nichts mehr mit dem Vorlande der Endmoräne verbindet. Entwicklungsgeschichtlich steht er beiden fremd gegenüber, wie er sie auch an Alter weit überragt.

Digitized by Google

Verkehrsweg findet, der später zum Postweg wurde, welcher 1836—1840 als erste Landstraße in Ostfriesland (von Aurich nach Leer) ausgebaut wurde.

d) Die Geröllendmoräne von Tergast.

Zwei km nordöstlich vom Flecken Oldersum wird die weitgedehnte Ebene durch einen, wenn auch nur etwa 6 m über seine Umgebung emporragenden, so doch sehr deutlichen Höhenzug unterbrochen, auf dem das Dorf Tergast liegt. Die Längsachse dieses Höhenzuges ist ziemlich genau Ost-West orientiert. Der treffliche Aufschluß an der Ostseite zeigt, daß der ganze Rücken aus konkordant geschichteten Bänken besteht, die zueinander wieder diskordant gelagert sind. Die unterste Schicht jeder Bank enthält die gröbsten Kieskörner, welche fast stets mit Geschieben bis über Faustgröße vermengt sind. Diese ausgeprägte diskordante Parallelstruktur ist auch auf dem beigegebenen Bilde ersichtlich. (Beilage 3 und 4.) Der Höhenzug ist, wie das ganze ostfriesische Diluvium, aus rein nordischem Material aufgebaut.

Die konkordante Schichtung in Bänken mit Sonderung nach der Korngröße, die unter sich diskordant gelagert sind, und das Auftreten der Geschiebe in Form von Geröllen beweist, daß der Rücken aus dem Material der Innenmoräne vom Wasser aufgeschüttet wurde. In diesem wallartig entwickelten Geröllglazial kann es sich also nur um ein Geröllås oder um eine Endmoräne handeln. An der Nordseite (Binnenseite) des Tergaster Moränenrückens findet sich der Geschiebelehm; in der Linie des Geröllrückens zeigen sich an der Nordsaumlinie, etwa 1 km ostwärts, sehr deutliche Pressungserscheinungen in der Grundmoräne, welche beweisen, daß an dieser Stelle der Eisdruck von N oder NO her erfolgte. Endlich läuft vor dem Moränenrücken und parallel mit ihm ein glaziales Stromtal. Vor dem Moränenrücken finden sich in den Höhen der Bunderhee, Weenermoor und Holthusen, Bingumgaste, Mitling-Mark, Ihrhove, Holterbarg u. s. w. die unverkennbaren Reste eines „Sandrs vor der Endmoräne". Dieses Tatsachenmaterial beweist, daß der Tergaster Moränenrücken eine Geröllendmoräne repräsentiert, die man auch als Aufschüttungsendmoräne bezeichnen kann.

Die Tergaster Geröllendmoräne ist jetzt nur noch in einem Reststück von etwa 450 m Breite und 800 m Länge vorhanden; sie ragt 5—6 m über das umliegende, sehr ebene Gelände empor. Ihre ursprüngliche Erstreckung ist von Menschenhand sehr verkürzt worden, seitdem man der Tergaster Höhe den Kies zur Beschotterung des zwischen Emden und Leer gelegenen Bahnkörpers entnahm. Und noch täglich wird weiter abgebaut. Trotzdem wird das Westende dieses so sehr interessanten Moränenrückens — der einzigen ostfriesischen Endmoräne — der Nachwelt in einem Relikt überliefert werden, da auf ihm das Dorf Tergast samt Schule und Kirche angelegt ist. In dem abgegrabenen Gelände hat die Stadt Emden Wasser in hinreichender Menge und guter Qualität erbohrt, so daß die Wasserversorgung der Stadt, die früher mit so vielen Kalamitäten zu kämpfen hatte, jetzt dauernd gesichert erscheint.

Digitized by Google

e) Das Binnenland der Tergaster Endmoräne.

Nachdem das nordeuropäische Inlandeis auf der Tergaster Saumlinie längere Zeit stationär gewesen war und beim Beginne des Stillstandes den Sandr vor der Endmoräne geschaffen hatte, zog es sich nach Aufschüttung der Tergaster Höhe langsam nord- und nordostwärts zurück. Dabei flossen die Schmelzwasserbäche so langsam, daß sie keine nachweisbaren Rinnen in das flache Gelände zu graben vermochten. Sehr wahrscheinlich war auch dieses sehr flache Gebiet an der Binnenseite der Endmoräne noch lange mit Wasser bedeckt, als schon das Eis von der ostfriesischen Halbinsel zurückgewichen war. Über die Grundmoräne wurde eine sehr gleichmäßige Decke von Späthvitåglazial gebreitet. Es ist mir nicht gelungen, irgendwo im Binnenlande der Endmoräne die Innenmoräne auch nur in der Verschleierung nachzuweisen. Man gewinnt den Eindruck, als wenn das Eis mit der Aufschüttung der Tergaster Endmoräne sich seines ganzen Inhalts an Geröllglazial entledigt hätte, weshalb in der Ablagerung des Inglazials notwendig eine Unterbrechung eintreten mußte.

Im Südosten veranlaßte der Heisfelder Durchragungszug die Anlagerung des flachen Sandrückens von Logaerfeld-Heisfelde, welcher das Endmoränenbinnenland im Osten begrenzt, so daß sich ostwärts davon die an der Nordseite der Endmoräne gelegene Ebene nicht mehr in charakteristischer Weise zu entfalten vermochte. Der orographische Charakter dieses interessanten Endmoränenbinnenlandes äußert sich in der geradezu vollkommenen Ebenheit des ganzen Landstriches, der als hydrographische Hauptlinie das oberwärts baumartig entwickelte Fehntjertief-Stromsystem beherbergt, welches als sehr selbständiges hydrographisches Glied schließlich der Ems tributär wird. An den tiefsten Stellen sammelten sich dauernd die von der hohen Geest herabströmenden Wasser zu mehreren sehr flachen Seeen, die infolge der herbstlichen Regenmengen im Oktober bedeutend steigen und die großen Wiesenflächen in der Umgebung als periodisches Inundationsgebiet überfluten. Manch früheres Wasserbecken wurde im Laufe der Zeit zum Wiesenmoor, indem es von obenher mit der aus vegetabilischen Resten gebildeten Torfsubstanz (Wiesentorf oder Grastorf) eingedeckt wurde. Die am tiefsten liegenden Flachbecken aber blieben als Seeen bestehen; davon seien genannt das große Meer, Loppersumer Meer, Hiwe, Dobben (bei Riepe), Sandwater (bei Siemonswolde), Hamm-Meer und Gretje-Meer bei Hatshusen, Boekzeteler Meer (südlich von Timmel)[1]).

Es sind allesamt echte Grundmoränenseeen, die also bedeutend älter sind als die Tergaster Endmoräne, da sie schon beim Vorrücken des Eises gebildet wurden, indem — wie im hydrographischen Teil zu besprechen sein wird — das vorrückende Eis eine sehr flache Mulde im Frühhvitåglazial mit der Grundmoränendecke auskleidete. So stehen

[1]) In Hannoverland bezeichnet der Volksmund westlich von der Weser alle Landseeen als „Meere", benennt aber den größten Landsee als Dümmer See; umgekehrt heißen alle Landseeen östlich von der Weser Seeen, der größte See jedoch das Steinhuder Meer.

Digitized by Google

diese Grundmoränenseeen entwicklungsgeschichtlich unmittelbar mit der Tergaster Endmoräne in keinem Zusammenhange; jedoch wurde im Binnenlande der Endmoräne ihre Existenz gesichert — und nur hier war solches möglich. Hätte das Flachbecken 20 km südlicher, im Vorland der Endmoräne, gelegen, so wäre es durch Bildungen von Geschiebeåsar oder durch Zuschüttung mit Geröllglazial oder Späthvitåglazial entweder ganz beseitigt oder doch sehr verändert worden, während es 20 km weiter nordostwärts von Tergast eine Mulde für die dort abgelagerten späthvitåglazialen Sande dargeboten hätte, durch die es völlig ausgefüllt und eingeebnet worden wäre. Insofern haben diese Grundmoränenseeen allerdings durchaus kausale Beziehungen zur Endmoräne, weshalb man sie auch als „Seeen hinter der Endmoräne" bezeichnen kann.

f) Die „hohe Geest".

Beim weiteren Rückzug des Eises fingen die Schmelzwasserbäche an, bedeutend lebhafter zu fließen; zugleich lagerten sie eine wesentlich mächtigere Decke von Späthvitåglazial auf der Grundmoräne ab. Die wenn auch nur geringe, aber im Bodenrelief noch heute deutlich ausgeprägte Erosionskraft der Schmelzwasserbäche schnitt sehr flache, parallele Rinnen in die Westflanke der hohen Geest ein, die auch in der Gegenwart fast allesamt noch von Geestbächen belebt werden. Zwischen den Erosionsrinnen, die kaum in die Grundmoräne eingeschnitten haben, wurden sanfte von NO nach SW verlaufende Rücken des Späthvitåglazials herausmodelliert, welche schon in uralter Zeit günstige Siedelungsstätten boten. Die nördlichsten Flachrinnen verlaufen bei Oldeborg und Upende. Die Reihe ist südostwärts über Aurich, Großefehn, Strackholt weiter zu verfolgen und schließt an dem durch die Siedelungsreihe Grootsander-Hollen-Detern bezeichneten flachen Geestrücken für Ostfriesland im SO ab.

Einige dieser Flachrinnen verlaufen von Nordost nach Südwest quer über die ganze hohe Geest, wenngleich sie jetzt in der Mitte vom Moor überdeckt sind. So ist es nicht zu verkennen, daß z. B. das Wieseder Tief sich südlich vom großen Moore fortsetzt in dem zwischen Voßbarg und Zwischenbergen nach Bagband hinabfließenden Bache, dem Bagbander Tief oder der Sichter (auch Ostertief genannt). Die Rinne des Friedeburger Tiefs setzt sich südwestlich vom Moore fort in der bei Oltmannsfehn entspringenden Großoldendorfer Ehe, die im unteren Teile das Holtlander Sieltief heißt. Ebenso fließen das Zeteler Tief und die bei Stapel-Meinersfehn entspringende Ehe in derselben Querrinne.

Soweit sich in den Aufschlüssen konstatieren ließ, fehlt auch der hohen Geest, namentlich an der Westflanke, die deckenförmige Innenmoräne, die nordöstlich von Aurich in Plaggenburg gleich südlich vom Meerhuser Walde wieder in verschleierter Form auftritt. Die Grundmoräne wird durch den Geschiebelehm repräsentiert. Das an der Westflanke durch die nach Südwesten verlaufenden parallelen Flachrinnen zerschnittene Späthvitåglazial zeigt an der Ostflanke zum Teil bedeu-

Digitized by Google

tende äolische Ausräumungen (z. B. das Brookzeteler Meer) [1]), während anderwärts wieder die äolischen Kräfte sich im Aufbau von Flugsanddünen betätigten (Osteregels, Hollsand bei Großoldendorf, Kloster Barthe u. a. O.). Die Physiognomie und orographische Gestaltung der hohen Geest wird durch das hier meist über 2 m mächtige Späthvitåglazial bedingt.

Dieser Teil Ostfrieslands, welcher durch die Linie Fehnhusen-Utwerdum-Westerende-Westersander-Timmel-Stickelkamp-Hesel-Logabirum vom Binnenland der Endmoräne scharf abgegrenzt wird, trägt von alters her den Namen der hohen Geest und zwar deshalb, weil er die höchsten Punkte der ostfriesischen Halbinsel in sich birgt. Infolge ihrer zentralen Lage bildet die hohe Geest zugleich das orographische Rückgrat des ganzen zwischen Jade und Dollart gelegenen Halbinsellandes, also dessen Mittelachse, um die sich alle morphographischen Individuen des Gesamtgebietes harmonisch gruppieren.

g) Der Durchragungszug von Middels.

Von den nördlichsten Häusern des Dorfes Middels-Osterloog zieht sich ein etwa 1 km breiter und 3 km langer, orographisch nicht sehr scharf hervortretender Höhenzug in einem sehr flachen, nach Süden offenen Bogen genau südwestwärts nach der Kirche von Middels; von hier aus biegt er sanft etwas nach Süden um, indem sein Streichen jetzt West 55 Grad zu Süd verläuft. Die Höhe verliert sich beim Dorfe Middels-Westerloog flach in der Ebene. Sie ragt durchschnittlich 9 m über Normalnull empor.

Der Kamm des Höhenzuges besteht aus reinem Kies; eine Grundmoräne ist weder oben, noch in der Tiefe nachweisbar. Der Kies gehört also dem Frühhvitåglazial an, das hier die anderen Glieder des Diluviums durchragt. Die Höhe von Middels ist demnach ein Durchragungszug. Das bezeugt auch die an beiden Flanken — besonders mächtig an der konkav verlaufenden Südflanke — auf den Höhenzug hinaufgeschobene Grundmoräne. Die nördlichsten Häuser von Middels-Osterloog liegen noch auf dem frühhvitåglazialen Kiese; ihre Brunnen leiden daher oft an Wassermangel, was jedoch bei denen der südlichen Häuser, die auf dem Lehm liegen, sehr selten einmal eintritt. Der Höhenzug umfaßt die Middelser Gaste, jenes Ackerland des Dorfes, auf dem seit unvordenklichen Zeiten das nötige Brotkorn (Roggen) gebaut wurde. Im Gegensatz zu den anderen auf dem jüngsten Gliede des Diluviums, dem Späthvitåglazial, gelegenen Gasten hat die Middelser in trockenen Sommern sehr unter der Dürre zu leiden. So ließ der Sommer von 1904 das Korn hier nur etwa halb so hoch werden als auf anderen Dorfgasten. Auch der Körnerertrag war wesentlich herabgesetzt. Die Erscheinungen der Dürre müssen eben auf der Middelser Gaste eher und bei längerer Dauer in gesteigertem

[1]) Dieses Brookzeteler Meer, 12 km östlich von Aurich gelegen, darf nicht verwechselt werden mit dem Boekzeteler Meere, das 13 km südlich von Aurich liegt und den Grundmoränenseeen im Binnenlande der Tergaster Endmoräne angehört.

Digitized by Google

Maße auftreten, weil die undurchlässige Grundmoräne fehlt, und das hier sehr durchlässige Frühhvitåglazial das Wasser rasch in die Tiefe entführt.

Auf der Mitte des Höhenzuges steht die ehrwürdige Kirche von Middels, wie erwähnt, fast ganz aus Quadern erbaut, die man aus erratischen Blöcken zugehauen hat.

h) Die Gebiete der deckenförmig entwickelten Innenmoräne im Nordwesten und Nordosten.

Nordöstlich von der hohen Geest liegt ein kleines Gebiet, das durch die gerade Linie Schott-Westerholt ziemlich genau von ihr abgetrennt wird. Dieses Dreieck, im Westen und Norden von der Marsch begrenzt, wurde oro- und physiographisch von der deckenförmigen Innenmoräne gestaltet, die bei Upgant in einer Mächtigkeit von 2 m entwickelt ist und sich ohne Zweifel viel weiter nordwärts erstreckt. Orographisch gleicht das kleine Gebiet einer ebenen, nur schwach welligen Tafel ohne besondere individuelle Ausprägung. Diese Landschaft hat ihr Seitenstück in einem wesentlich größeren Gebiet der deckenförmigen Innenmoräne, das im Nordosten der hohen Geest liegt und von ihr durch die Gerade Westerholt-Leerhafe abgetrennt wird. Es ist orographisch etwas weniger einförmig, hat im Gebiet des Wittmunder Waldes sogar einige sanfte Höhen aufzuweisen, die allerdings 5 m über Normalnull nicht überschreiten. Diese Gegend ist zugleich das unfruchtbarste Gebiet der ostfriesischen Geest; daher begegnet man hier auf weiten Strecken dem echten Kiefernheidewald.

In beiden Gebieten der deckenförmigen Innenmoräne findet man gute Siedelungsplätze; doch liegen die alten, gut fundierten Dörfer fast ausnahmslos am Außenrande, weil sie wirtschaftlich wesentlich schon in der Marsch wurzeln, die den nur kargen Boden der Innenmoränenlandschaften an Fruchtbarkeit natürlich weit übertrifft.

i) Das Gebiet der Geröllåsar im Osten.

Das östliche Gebiet der ostfriesischen Geest wird gut abgegrenzt durch die Linien Leerhafe-Wiesederfehn und Wiesederfehn-Barger Schäferei (Grenze von Oldenburg). Zeigt die Nordhälfte dieses Areals nur schwache Terrainwellen, so beherbergt die Südhälfte ausgesprochene Hügel und einen zusammengesetzten Moränenrücken, die allesamt derselben Entstehung sind. Südlich von Marx zeigt sich im „Streek“ eine deckenförmig entwickelte Innenmoräne, die hier reich an Echiniten und anderen kretazeischen Petrefakten sich erweist. Südlich vom „Streek“ formt sich das Geröllglazial zu einem Hügel von 13,8 m absoluter Höhe, dem Mühlenberge. Er bildet den Anfang einer ganzen Hügelreihe, die sich vom Mühlenberge über Barger Schäferei in den Hügeln Brenningberg (10,1 m), Zweiberge (10,2 m), Hagelsberg (6,7 m) in flachem Bogen anfangs nordnordöstlich, dann nordwärts erstreckt und in dem Geröllrücken von Etzel (7,6 m) endigt. Parallel zu dieser Hügelreihe liegen im Osten noch der lange Berg (11,9 m), der Scharpen-

Digitized by Google

berg oder Entenberg (10,4 m) und der Traberg (9,9 m). Im Dorfe Etzel, das auf jenem Moränenrücken erbaut ist, stößt mit diesem im Winkel von 30 Grad von Südwesten her noch ein gleich gebauter, langgestreckter Geröllhügel zusammen, der sich mit Unterbrechungen südwärts über die Landstraße Friedeburg-Horsten hinaus nach Hohejohls verfolgen läßt.

Die Untersuchungen J. Martins[1]) haben uns gelehrt, daß im benachbarten Oldenburg in der Gegend von Bockhorn sich mehrere nur schwach ausgeprägte, parallele Geschiebeåsar finden, die nordostwärts ziehen. Dahin ist auch der in gleicher Richtung verlaufende Geschiebeås von Jeringhave zu rechnen. Da nun die aus Geröllglazial geformten Hügel und Rücken der Friedeburger Gegend entweder Aufschüttungsendmoränen oder Geröllåsar repräsentieren müssen, kann es zufolge des Parallelismus mit den benachbarten oldenburgischen Geschiebeåsar nicht mehr zweifelhaft sein, daß diese Hügel und Rücken, die sich von der Barger Schäferei bis Etzel erstrecken, den Geröllåsar beigezählt werden müssen. Die Hügelreihe Mühlenberg-Barger Schäferei-Brenningberg-Zweiberg-Hagelsberg-Etzel (Osthügel) bildet den Hauptås, der, wiewohl zur Hügelreihe aufgelöst, sich doch als eine durchaus gleichförmige Bildung in all diesen Hügeln verfolgen läßt. Westlich schließt sich an diesen Hauptås ein Nebenås, der von Hohejohls bis zum Westhügel von Etzel verläuft, wo er sich mit dem Hauptås vereinigt. Ein zweiter Hauptås ist in der Hügelreihe langer Berg-Scharpenberg-Traberg angedeutet. Der westliche Hauptås schließt im Dorfe Etzel jäh ab. Nördlich vom Dorfe breitet sich ein flaches Wiesengelände aus, das nur 0,70 bis 1,0 m hoch liegt und vom Friedeburger Tief durchströmt wird, dessen breite, flache Talung auch glazialer Entstehung ist und sich südwestwärts bis über Hopels hinaus sehr deutlich verfolgen läßt. Wie oben erwähnt, erscheint sie, nur vom Moore verdeckt, bei Oltmannsfehn wieder, um sich geradlinig mit dem unteren Uremstale zu vereinigen.

Nördlich vom Ems-Jade-Kanal ist das Geröllglazial in deckenförmiger Entwicklung vorhanden, wie sich bei Abickhafe und Reepsholt nachweisen ließ.

Die Etzeler Geröllåsar scheinen darauf hinzuweisen, daß das Eis beim weiteren Zurückweichen aus diesen Gegenden wiederum eine Periode des Stillstandes vorbereitete. Daher ist es in gewissem Grade wahrscheinlich, daß dort, wo jetzt die Wogen des Jadebusens rollen, einst eine Endmoräne lag, die dem dort eingetretenen Stillstande des Eises ihre Entstehung verdankte.

6. Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Diluviums.

Als infolge seines langsamen Anwachsens das nordeuropäische Inlandeis der ostfriesischen Halbinsel von Nordosten her näher und näher rückte, wurden transgressiv auf dem Miozän zuerst die Vorschüttungs-

[1]) J. Martin, Diluvialstudien. III. Vergleichende Untersuchungen über das Diluvium im Westen der Weser. 4. Klassifikation der glazialen Höhen. 12. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück. 1897, S. 74.

Digitized by Google

produkte des Eises in dem ebenso mächtigen als faziell heterogen zusammengesetzten ältesten Gliede des Diluviums, dem Frühhvitåglazial, abgelagert. Das Ostfriesland dann überschreitende Eis deckte und ebnete die flachen Erosionsrinnen und Mulden auf der Oberfläche des Frühhvitåglazials durch die deckenförmig darüber geschobene Grundmoräne fast allesamt ein. Die erste frühhvitåglaziale Höhe, welche vom Eise nicht mit Grundmoränenmaterial überdeckt werden konnte und daher als Durchragungszug noch heute sich zu erkennen gibt, ist der von Middels-Osterloog bis Middels-Westerloog streichende sanfte Höhenrücken. Dieser Durchragungszug von Middels ist also die älteste Höhe Ostfrieslands.

Beim weiteren Fortschreiten des Eises konnte eine auf der Oberfläche des Frühhvitåglazials gebildete, flache Mulde von der darüber geschobenen Grundmoräne nicht völlig eingeebnet werden, so daß auch die Grundmoränenoberfläche diese Flachmulde noch deutlich erkennen läßt, da sie auch beim Rückzug des Eises nicht mit Geröllglazial oder Späthvitåglazial eingedeckt wurde. So entstand das Gebiet der Grundmoränenseeen im Binnenlande der Tergaster Endmoräne.

Weiterhin bereitete wiederum ein von den Gletscherbächen herausmodellierter, flacher frühhvitåglazialer Rücken der Ablagerung der Grundmoräne ein Hindernis, das vom Eise nicht völlig hinweggeräumt werden konnte. Es entstand der Durchragungszug von Heisfelde, der demnach die zweitälteste Höhe Ostfrieslands darstellt. Beide Durchragungszüge sind aus Kies aufgebaut und zeigen die Heraufschiebung der Grundmoräne an den Flanken sehr deutlich. Da sie beide in der Peripherie des Eises gebildet wurden, das nicht mit gerader Saumlinie, sondern mit großen, sanft vorspringenden Bogen oder Loben vorrückte, läßt sich aus der Orientierung der Längsachsen der Durchragungszüge, die stets rechtwinklig zum Eissaume verlaufen, mit Sicherheit ein Schluß auf die Form des vorrückenden Eissaumes ziehen. Der Durchragungszug von Middels streicht anfangs von Nordosten nach Südwesten und biegt dann bei der Middelser Kirche 10 Grad nach Süden ein. Aus dieser Bogenform läßt sich ein langsames Anwachsen des hier vorspringenden Lobus in südlicher Richtung ableiten. Der Heisfelder Durchragungszug streicht Nord zu Süd 20 Grad zu West, also ziemlich genau Süd-Südwest. Das Anwachsen des Eislobus in südlicher Richtung hat also bis Heisfelde weiterhin zugenommen. Es ist nun leicht, den ungefähren Verlauf des vorrückenden Eissaumes für das mittlere Ostfriesland nachzukonstruieren. Er verlief in Form eines flachen Bogens etwa auf der Linie Großoldendorf-Bagband-Timmel-Hüllenerfehn-Ihloerfehn-Bangstede-Wiegboldsbur-Georgsheil.

Weitere orographisch ausgeprägte Spuren aus der ersten Periode der Vereisung Ostfrieslands, der Zeit des Anwachsens des nordeuropäischen Inlandeises, ließen sich bisher nicht nachweisen.

Vollzog sich das Vorrücken des Eises, das erst zwischen Rhein und Zuider Zee auf der Linie Wageningen-Amersfoort-Hilversum zum Stillstand gelangte, mit träge fließenden Schmelzwasserbächen, die in den mit Wasser gefüllten Flachbecken vor dem Eise oft weitgedehnte Tonmergellager schufen, wie sie im Harlingerlande vielerorts angetroffen

Digitized by Google

werden, so bot das Abschmelzen des Eises ein ganz anderes Bild. Es ging natürlich auch allmählich, aber nicht kontinuierlich, sondern staffelförmig vor sich. Die Schmelzwasserbäche führten zuzeiten große Wassermengen, die dann und wann in großen glazialen Stromtälern zusammengefaßt und der Nordsee zugeführt wurden. So entstanden jene breiten, flachen glazialen Talzüge, die die Grundlinien des ganzen norddeutschen Stromnetzes bilden. Die schon abgelagerte Grundmoräne wurde in den peripheren Teilen des Eises an manchen Orten in flachen subglazialen Tunneln aufgepreßt und zu Geschiebeåsar geformt, deren Längsachsen allesamt zum Saume des zurückweichenden Eises rechtwinklig orientiert sind. Mancherorts wurde auch das im Eise noch vorhandene Geröll- und Blockmaterial in Bodenströmen unter dem Eise gerollt und transportiert und dabei zu Decken, Hügeln oder Moränenrücken geformt. So entstanden die streckenweise entwickelte deckenförmige Innenmoräne und die Geröllhügel und Geröllåsar, die in ihrer Längenerstreckung ebenfalls rechtwinklig zum Eissaume verlaufen. Sobald aber das Eis stationär wurde, gelangte das Geröllglazial in den Geröll- oder Aufschüttungsendmoränen zur Ablagerung, die daher dem Eissaume unmittelbar anliegen mußten und parallel zu ihm verlaufen. Leider sind sie meist nur in Bruchstücken erhalten, die aber deutlich die Richtung des Eissaumes widerspiegeln. Im Vorlande solcher Endmoränen konnten sich aus dem Material des Späthvitåglazials „Sandr" in Form bedeutender Decken bilden, die von den erodierenden Schmelzwassern oft zu langgestreckten, rechtwinklig zur Endmoräne streichenden, sanften Rücken herausmodelliert wurden. Bei langsamem Abschmelzen wurde das Späthvitåglazial ebenfalls als Sanddecke abgelagert, welche manchmal flache, auch senkrecht zum zurückweichenden Eissaum streichende glaziale Rinnen aufweist, die von lebhaft fließenden Schmelzwasserbächen einerodiert wurden, so daß das Späthvitåglazial nun in viele parallel liegende Bänder zerlegt erscheint.

Die Geschiebeendmoräne des Hondsrüg, welche in einer Länge von 62 km in Nordnordwest-Südsüdost-Richtung verläuft, und auf deren Nordende die Stadt Groningen liegt, bezeichnet die Linie des stationär gewesenen Eissaumes im östlichen Holland, dem ein zweites Stillstehen des Eises bei Winschoten folgte, das die Ablagerung der Winschoter Endmoräne, der Garste, zur Folge hatte. Zeigt schon die Richtung der Garste, die etwa Nordwest-Südost verläuft, daß die Achse des zurückweichenden Eislobus allmählich der Süd-Nord-Richtung zuzustreben begann, so beweist das Streichen der Åsar im Vorlande der Tergaster Endmoräne, daß hier der Eissaum in fast genauer Süd-Nord-Richtung zurückschmolz. Im Vorlande der Endmoräne (in Reiderland und Overledingen) bildeten sich unter dem abschmelzenden Eise die Geschiebeåsar von Diele-Stapelmoor, Tichelwarf-Möhlenwarf und Holtgaste, sowie der verdeckte Geschiebehügel von Weener und die Geschiebehügel von Rhaude und Holte und gleichzeitig der Geröllås von Steenfelde.

Nun wurde das Eis auf der Tergaster Linie stationär und überschüttete das Vorland noch mit einer Decke späthvitåglazialen Sandes, die zum Teil von den Gletscherbächen zu langgestreckten, Nord-Süd ver-

Digitized by Google

S.

N.

Tafel 4. Die Tergaster Endmoräne im Querschnitt, um deren diskordante Parallelstruktur zu zeigen.

Digitized by Google

Digitized by Google

laufenden Flachrücken modelliert wurde. So entstanden die Bunderhee, die Höhe von Weenermoor, die Sanddecke von Holthusen, die Höhen von Bingumgaste, Weener, Mitling-Mark, der Sandrücken von Ihrhove-Großwolde, die Sandauffüllung zwischen den Geschiebehügeln von Rhaude und Holte, der Holterbarg u. a. Diese alle sind also um so viel jünger als die Åsar und Geschiebehügel derselben Gegend, als das Eis Zeit gebrauchte, von deren Lagerstätten bis Tergast zurückzuschmelzen.

Während des Eisstillstandes in Tergast bildete sich durch Aufschüttung des aus dem Eise herausgeschmolzenen Geröllglazials die Tergaster Geröllendmoräne. Gleichzeitig drängten von Osten her von der Gegend der Stadt Oldenburg und weiter südlich die dort wohl aufgestauten Schmelzwasser nordwestwärts der Nordsee zu; denn die glaziale Aller-Weser-Rinne wurde erst später gebildet. Wahrscheinlich wurden die Schmelzwasser zwischen dem Hümling und dem Eissaume südlich von der Stadt Oldenburg aufgestaut. Sie strömten, infolge allmählichen Steigens des Stausees überfließend, durch das jetzige Hunte- und Ledatal und schufen so vor der Endmoräne von Tergast ein breites glaziales Stromtal, das jetzt in seinen oberen zwei Dritteln von der Hunte (die später der Weser angegliedert wurde), weiter abwärts von Jümme und Leda und von Leerort ab von der unteren Ems bewässert wird. In dem Durchragungszug von Heisfelde stellte sich den im glazialen Tal abströmenden Schmelzwassern ein diluviales Vorgebirge entgegen, das, noch im Vorlande der Endmoräne liegend, die Wasser zum Ausweichen nach Süden zwang, weil ihnen auch nördlich von dem Heisfelder Rücken der Weg versperrt war; denn diese Höhe war von Nord-Nordost her mit einem flachen Rücken späthvitåglazialen Sandes beschwemmt worden, ganz ähnlich wie der verdeckte Geschiebehügel von Weener und der Geröllås von Steenfelde. So zieht sich denn hier aus dem Vorland der Endmoräne ein sanfter, aber deutlicher Geestrücken nordnordostwärts allmählich ins Hinterland der Endmoräne hinein, beide miteinander verknüpfend.

Weiter und weiter zog sich der Eissaum nordwärts und nordostwärts zurück, die Mitte Ostfrieslands mit einer 2—3 m mächtigen Decke späthvitåglazialen Sandes überschüttend, welche von den nach Südwest abströmenden Schmelzwassern zu einer Reihe ebenso streichender, paralleler Geestrücken ummodelliert wurde. Das Eis hatte sein ganzes inglaziales Material bei Tergast verausgabt, konnte daher weder im Hinterland der Endmoräne, noch auf der Westflanke der hohen Geest nachweisbare Ablagerungen von Geröllglazial deponieren. Bei Marienhafe zeigt sich nun wieder die Ablagerung des Inglazials in Form der deckenförmigen Innenmoräne. Auf der Linie Plaggenburg-Neuschoo beginnt dann auch an der Ostflanke der hohen Geest die verschleierte Innenmoräne, anfangs in schwacher Entwicklung auftretend, sich mit dem Decksand zu vermengen, bis sie östlich von Ogenbargen zu einer nach und nach mächtiger werdenden Innenmoränendecke anwächst, die wohl bei Hohehahn, 3 km westlich von Wittmund, ihre größte Mächtigkeit erreicht, um dann ostwärts sanft auszukeilen, bis sie jenseit des Dorfes Uttel, wo sie noch in verschleierter Form nachweisbar ist,

Digitized by Google

ganz ausgeschaltet wird. An der Ostflanke der hohen Geest verstärkte sich mancherorts die Decke späthvitåglazialen Sandes, die bei Aurich 2 m mächtig ist, auf mehr als 3 m und gab wegen ihres äußerst geringen Gehaltes an bindenden Tonpartikelchen dem ausdörrenden Ostwinde Gelegenheit, hier postglaziale Flachbecken der äolischen Ausräumung zu schaffen.

Auch östlich von der Linie Leerhafe-Wiesederfehn beginnt die deckenförmige Innenmoräne sich den obersten Gliedern des Diluviums einzufügen, bis sie dann im Mühlenberge und in den bis Etzel folgenden Geröllhügeln und Geröllåsar sich zur Hügel- und Wallform ummodelt, die die jüngsten glazialen Höhen der ostfriesischen Geest darstellen.

So bietet das doch nur kleine Gebiet der ostfriesischen Geest eine ganze Anzahl glazial-orographischer Gebilde, nämlich als Bildungen

des Frühhvitåglazials: zwei Durchragungszüge;
der Grundmoräne: Geschiebedecke, Geschiebehügel, Geschiebeåsar;
der Innenmoräne: Geröldecke, Geröllhügel, Geröllåsar, Geröllendmoräne;
des Späthvitåglazials: späthvitåglaziale Hügel und flache Höhenrücken;
endlich ein gut ausgeprägtes glaziales Stromtal und zahlreiche Grundmoränenseeen.

Die Entwicklungsgeschichte der ostfriesischen Geest gliedert sich in drei scharf zu trennende Perioden, nämlich in die Periode des vorrückenden und diejenige des zurückschmelzenden Eises und in die der postglazialen Zeit. Nach dem Alter geordnet ergeben sich also folgende drei Entwicklungsphasen:

I. Periode: Vorrücken des Eises.

1. Durchragungszug von Middels.
2. Die Grundmoränenseeen.
3. Durchragungszug von Heisfelde.

II. Periode: Abschmelzen des Eises.

1. Geschiebeås von Diele-Stapelmoor, verdeckter Geschiebehügel von Weener, Geröllås von Steenfelde, Geschiebeås von Tichelwarf-Möhlenwarf, Geschiebehügel von Rhaude und Holte, Geschiebeås von Holtgaste.
2. Bildung des Sandrs vor der Endmoräne in den Höhen von Bingumgaste, Bunderhee, Weener, Weenermoor-Holthusen, Mitling-Mark, Ihrhove-Großwolde, Auffüllung zwischen dem Rhauder und Holter Geschiebehügel, Höhe von Holterbarg u. a.
3. Geröllendmoräne von Tergast; gleichzeitig die Entstehung der breiten glazialen Erosionsrinne vor der Endmoräne in Gestalt des glazialen Leda-Jümme-Unteremstales.

Digitized by Google

4. Zurückschmelzen des Eises bis zur hohen Geest, ohne die Grundmoränenseeen mit Decksand zuzuschütten; Bildung der flachen Rücken an der Westflanke der hohen Geest durch die Arbeit der Schmelzwasserbäche.
5. Ablagerung der Decken des Geröllglazials nordwärts und nordostwärts von der hohen Geest.
6. Bildung der Geröllhügel und Geröllåsar der Gegend von Marx und Etzel.

III. Periode: Die Postglazialzeit.

Belebung der Geest durch Einwanderung der Flora und Fauna und endlich des Menschen. Die Oberfläche des Diluviums wurde zum Teil mit einer Decke von Torfsubstanz überlagert in Gestalt des Hochmoores in der Mitte Ostfrieslands und der Wiesenmoore des glazialen Stromtales und des Binnenlandes der Endmoräne. Auch im Binnenlande des später zerstückelten Dünensaumes der Küste bildeten sich Wiesenmoore, die unterhalb der Marsch, des Wattenmeeres und der Inseln bis hinaus in die Nordsee das Diluvium bedecken. Durch Brackwassersedimentation entstanden dann als jüngste Alluvialbildungen am litoralen Saume des ostfriesischen Diluviums die Seemarsch und im unteren Uremstale die Flußmarsch. Die hydrographischen Verhältnisse wurden im Südwesten durch Stromverlegung, an der Ostflanke der hohen Geest durch äolische Ausräumungen, die zugleich das Material zu jugendlichen Dünenbildungen lieferten, nicht unwesentlich verändert.

Digitized by Google

III. Hydrographie.

Bei der Besprechung der Hydrographie der ostfriesischen Geest ziehen wir zuerst das dem allgemeinen deutschen Stromzuge Ost-Süd-Ost — West-Nordwest folgende Stromsystem der Leda-Unterems und damit das ganze jetzige Emsstromsystem in den Kreis unserer Betrachtung. Die Grundlinie des ostfriesischen hydrographischen Systems bildet die Linie der Leda-Unterems, die das beim Rückzuge des Inlandeises vor dem Saum desselben entstandene glaziale Stromtal wiederspiegelt. Hierbei ist eine Darstellung der historischen Entwicklung des ganzen Emssystems unerläßlich, da außer Leda-Unterems noch ein nicht unbedeutender Teil des Emssystems Ostfriesland angehört. Rechtwinklig zur Leda-Unterems verlaufen die kleineren Bäche der ostfriesischen Geest, weil ihre Stromlinien sämtlich, so weit sie glaziale Täler benutzen, Nordost-Südwest oder umgekehrt orientiert sind, während die jüngeren hydrographischen Linien bemerkenswert davon abweichen. Schließlich erfordern die Seebecken der ostfriesischen Geest eine klärende Besprechung.

1. Zur Entwicklungsgeschichte des gegenwärtigen Emsstromsystems.

Die Literatur weiß uns über die früheren hydrographischen Verhältnisse der Ems keine Antwort zu erteilen, so eigenartig und interessant zugleich das Kartenbild der Ems sich uns darbietet. Der unbefangene Beobachter muß eingestehen, daß er ein zweites in so einseitiger Weise entwickeltes Flußsystem im ganzen deutschen Flachlande vergeblich sucht. Selbst der Pregel, der nach Berendts Forschungen einen verlassenen Arm der Memel [1]) benutzt, zeigt keine solch einseitige Entwicklung. Es lag daher der Gedanke nahe, daß auch die Ems wie die meisten norddeutschen Stromsysteme eine Entwicklungsgeschichte durchlebt habe, welche klarzulegen wohl von Interesse sei.

Nach den physiographischen Verhältnissen des Emslandes zu urteilen, konnte früher eine Verbindung zwischen Ems und Vecht bestanden haben in der Weise, daß die Oberems am Südfuß der Pseudoendmoräne von Salzbergen-Emsbüren entlang in nordwestlicher Richtung der Vecht zugeflossen wäre. Die Untersuchung aber ergab ein negatives

[1]) Die Memel durchströmte früher das Instertal und floß ins Frische Haff, während sie nur bei Hochwasser einen zweiten — den jetzt zur Alleinherrschaft gelangten — Arm ins Kurische Haff sandte.

Digitized by Google

Resultat. Dennoch ließ die dürftig ausgeprägte Wasserscheide zwischen Ems und Vecht und die Gestalt des Vechtsystems eine alte Verbindung gerade in dieser Gegend zwischen Ems und Vecht mit großer Wahrscheinlichkeit vermuten. Es lag nun nichts näher, als diese alte Verbindung dort zu suchen, wo von rechts ein kräftiger Nebenfluß in die Ems mündet, dessen Stoßkraft früher die Richtung des Hauptstromes beeinflußt habe. In der Tat fanden sich die untrüglichen Zeichen einer alten Verbindung der Ems mit der Vecht der Mündung der großen Aa [1]) schnurgerade gegenüber im Dorfe Elbergen südlich von Hanekenfähr. Im weiteren Verlaufe der Untersuchung ließen sich hier vier Verbindungsarme — zwei Hauptarme mit je einem Nebenarm — feststellen, und zwar von Süden nach Norden:

1. zwischen den Bauernschaften Leschede und Bernte der ältere Hauptverbindungsarm;
2. zwischen Bernte und Elbergen der ältere Nebenarm;
3. im Dorfe Elbergen, der Mündung der Aa gegenüber [2]), der jüngere Hauptverbindungsarm;
4. gleich südlich von der Eisenbahnbrücke bei Hanekenfähr der jüngere Nebenarm.

Das Bett des zwischen den Bauernschaften Leschede und Bernte von der Ems nach Westen sich wendenden älteren Hauptverbindungsarms wurde, weil die Ems es am ersten verließ, besonders durch die Wirkung der äolischen Kräfte am meisten verändert und ist infolge vielfacher Flugsandverwehungen in seinem östlichen Teile undeutlich geworden. Noch in der Gegenwart wird dieses Tal von einem Bächlein mit starkem Gefälle durchronnen, das seine Wasser der Ems zuführt. Das tote Tal zieht sich in Form eines hügeligen, mit Heide bestandenen und mit Kiefern beforsteten Flugsandstreifens am Südufer des Baches in der Richtung West 15 Grad zu Süd hin, beiderseits von Ackerland begrenzt. Westlich von Lescheder Feld aber wird das alte Flußtal wieder sehr deutlich erkennbar. Es erstreckt sich in stattlicher Breite ziemlich genau westwärts über die Grenze des Kreises Lingen geradlinig in die Engdener Wüste hinein. Beim Besuche dieser Gegend sah ich das Tal bis über ½ m tief mit Wasser bedeckt; man sagte mir, daß es mit mageren Wiesen erfüllt sei, die von gehütetem Vieh beweidet würden. Westlich von der Engdener Wüste wendet sich dieser Arm im Winkel von 45 Grad nordwestwärts und vereinigt sich dann in Heseper Feld mit dem jüngeren Hauptarm, der bereits früher die beiden Nebenarme aufgenommen hatte. So entsteht hier in Heseper Feld wieder ein einheitliches Flußbett, das sich südlich vom Dorfe Hesepe [3]) über Brandlecht nach

[1]) Der Name Aa, d. i. Wasserzug, Bach (in anderen germanischen Sprachen gleich oder fast gleichklingend, in Ostfriesland Ehe oder Eë), hat als Bezeichnung der Bäche in Nordwestdeutschland eine außerordentliche Verbreitung.

[2]) Beim Bau des Dortmund-Ems-Kanals hat man die Mündung der Aa aus hydrotechnischen Gründen künstlich mehrere 100 m nordwärts verlegt. Unter Mündung der Aa ist hier stets die natürliche Mündung zu verstehen, wie sie vor dem Kanalbau bestand.

[3]) Dieses Dorf (Bauernschaft) Hesepe liegt etwa 5 km südsüdöstlich vom

Digitized by Google

Westen zur jetzigen Vecht hinzieht. Ein Blick auf die Generalstabskarte lehrt sofort, daß dieser ältere Verbindungsarm nichts anderes ist als die Fortsetzung der großen Aa über Hesselte hinaus, bevor sie ihre Mündung nordwestwärts nach Elbergen verlegte. Wer die im Verhältnis zur trägen Ems mit bedeutend größerer Stromgeschwindigkeit und großer Wassermasse herzueilende Aa an ihrer Mündung gesehen hat, dem kann es keinen Augenblick zweifelhaft erscheinen, daß dem Nebenfluß bei der weiteren Bahnung des Flußbettes einst die dominierende Stellung zukam.

Dadurch also, daß die große Aa von Plantlünne über Hesselte in gleicher Westsüdwestrichtung fortfloß, zwängte sie infolge ihrer größeren Stoßkraft die mit weit geringerem Gefälle ausgestattete Ems mit in diese Richtung, in der sie gemeinsam anfangs West 15 Grad zu Süd, darauf in der Engdener Wüste westlich, dann etwa West 30 Grad zu Nord weiterströmten, um sich in Heseper Feld mit dem jüngeren Hauptverbindungsarm zu vereinigen (Beilage 5).

Zwischen der Bauernschaft Bernte und dem Dorfe Elbergen floß der ältere Nebenarm, der sich offenbar dann bildete, als die große Aa begann, ihren Lauf nordwärts zu verlegen. Dieser Arm wurde nie von bedeutenden Wassermassen durchflossen; das alte Rinnsal beherbergt keinen Wasserlauf und ist jetzt in angebautes Land verwandelt. Dieser ältere Nebenarm wendet sich genau westwärts, um sich westlich von Elbergen bald mit den Teilen des jüngeren Hauptarmes zu vereinigen.

Im Dorfe Elbergen finden wir der Mündung der großen Aa genau gegenüber den jüngeren Hauptverbindungsarm, dessen altes Bett noch jetzt von einem munter dahinfließenden Bache, der Feldbäke, durchronnen wird. Das Bett dieses Armes ist im Dorfe Elbergen noch sehr deutlich sichtbar. An einer Stelle beträgt die Breite 85 m, an einem zweiten Punkte 110 m. Westlich vom Dorfe Elbergen teilt sich der ganze Hauptarm in sechs kleine Arme, von welchen sich die beiden südlichsten mit dem älteren, südlicher liegenden Nebenarm vereinigen. Die drei mittleren verlieren sich in der Heide völlig, weil ihr Bett von Flugsand verschüttet wurde. Nur der nördlichste dieser sechs Arme taucht hinter den Schafställen im sogen. Elberger Moor [1]) wieder deutlich auf. In geschlängeltem Bogen zieht er westsüdwestwärts, mit niedrigen Dünen, die zum Teil bewachsen sind, ganz erfüllt [2]).

Städtchen Nordhorn und darf nicht verwechselt werden mit den beiden Dörfern Groß- und Kleinhesepe südwestlich von Meppen im Grenzgebiet des Bourtanger Moores. Hesepe bei Nordhorn (Grafschaft Bentheim) wird im Gegensatz zu jenen beiden ihm gleichnamigen Dörfern wegen seiner Gänsezucht im Volksmunde auch Gänsehesepe genannt.

[1]) Der Name Moor ist ganz ungerechtfertigt, da es mit Heide bewachsene Flugsandanhäufungen sind.

[2]) Dabei zeigte das Bett eine für diese ödeste aller Heidestrecken reiche Flora. Ich notierte: Weingaertneria canescens Bernh., Festuca ovina L. (kümmerlich), Calluna vulgaris Salisb. (einzelne Büsche), Filago minima Fr., Thrincia hirta Rth., Hieracium pilosella L., Polytrichum piliferum Schreb., Dicranum palustre B. S., Hypnum Schreberi Willd. Auf dem Sande sieht man hie und da in nur kleinen

Digitized by Google

Weiterhin wird er morastig, so daß man im alten Strombett dieses Armes vor mehreren Jahren kleine Flächen gebrannt und mit Buchweizen bestellt hatte. Etwa 2 km östlich von der Grenze des Kreises Lingen sammeln sich alle diese einzelnen Arme, denen sich hier auch der jüngere Nebenarm zugesellt, zum gemeinsamen Strombett.

Der jüngere Nebenarm zweigt sich südöstlich von der Eisenbahnbrücke von Hanekenfähr als nördlichster aller früheren Verbindungsarme ab. Sein altes Bett zeigt sich anfangs im Wiesengelände dieses alten Inundationsgebietes der Ems als deutlich erkennbare Rinne. Weiter westwärts aber wird es völlig von Flugsanddünen erfüllt, wie man sie wohl höher, aber nicht ausgeprägter auf den ostfriesischen Inseln findet. Diese Dünenlandschaft läßt sich mehrere Kilometer weit durch die triste Heidefläche verfolgen. Hinter den Schafställen im Elberger Moor wird das Bett auch dieses Armes morastig. Hier sah ich die einzige Stelle, wo man Torf gegraben hatte[1]). Die aufgestellten, niedrigen Torfhaufen, die man infolge andauernd feuchten Wetters trotz der späten Jahreszeit noch nicht hatte heimbringen können, zeigten deutlich die Serpentine des jüngeren Nebenarmes, der sich südwestwärts mit den anderen Armen zum großen Hauptarm verbindet.

Dieser vereinigte jüngere Hauptarm läßt sich in gerader Linie West 20 Grad zu Süd 5 km weit verfolgen, bis er sich bei den Gänseställen in Heseper Feld wieder in mehrere Arme spaltet. Das flache alte Strombett zeigte sich mit Gras und Binsen bewachsen, soweit ich bei seiner völligen Überschwemmung wahrzunehmen vermochte. An der Grenzlinie, die die Kreise Lingen und Bentheim scheidet, war das alte Flußbett nach meiner Schätzung etwa 150 m breit. Das Nordufer bildet die Grenze der Feldmark Engden, die in dem Namen der Engdener Wüste ihre Eigenschaften deutlich genug verrät. Man hat hier einen Grenzwall aufgeworfen, der, mehrere Kilometer sich hinziehend, mit einer doppelten Reihe etwa 25jähriger Birken bepflanzt

---

Exemplaren den Thallus der für Heide- und Dünensand so charakteristischen Cornicularia aculeata Ach. Meine besondere Aufmerksamkeit erregten die prächtigen, oft mehrere Meter im Durchmesser haltenden Büsche von Empetrum nigrum L., dessen weibliche Exemplare noch in der zweiten Hälfte des Septembers große Mengen überreifer Früchte zeigten, wie ich es sonst noch nirgends beobachtet hatte. Die wenigen morastigen Teile der alten Flußarme zeichneten sich durch ein herrliches Saumband von Molinia coerulea Mnch. aus, das von prächtig blühenden Büschen der braunen Calluna hie und da durchbrochen war, was den einsamen Heidewanderer aufs angenehmste berührte. An einer Stelle hatte man früher Buchweizen gebaut, von dessen Kulturen noch die häufig vorkommende Funaria hygrometrica Hedw. zeugte, zwischen der sich die dürren Stauden von Epilobium angustifolium L. und Senecio silvaticus L. erhoben, die längst ihre leichtbeschwingten Samen ausgestreut hatten. Die höchsten Flächen dieses mit Heide bewachsenen Flugsandgeländes zeigten eine so geringe Humusschicht, daß man mit drei Schlägen des Mineralienhammers den reinen Flugsand hervorholen konnte. Unter den kurzen Callunabüschen sah man nirgends abgefallene Blätter oder dergleichen, weil der Wind alles entführt. Die ganze Gegend bietet das Bild einer trostlosen Einöde.

[1]) Richard Lepsius zeichnet auf seiner geologischen Karte des Deutschen Reiches, Sektion 12: Münster, das ganze flache Flugsandgelände zwischen Elbergen, Engden und Hesepe unrichtig als Torflager, von dem doch nur kleine Partieen vorkommen.

Digitized by Google

ist, die sich in dieser Einöde schon aus weiter Ferne wie eine Allee ausnehmen [1]). An der Grenze der Engdener Wüste und des Heseper Feldes schätzte ich die Breite des überschwemmten alten Flußbettes auf mindestens 200 m. Bei den südlichen Gänseställen des Heseper Feldes teilt sich der Hauptarm infolge der Sandverwehungen wieder in sieben Arme, von denen die fünf unbedeutendsten nordwestwärts fließen, um sich bald wieder zu einem nur schwachen Arm zu vereinigen, der jetzt als lebendiger Bach, östlich von Nordhorn (wo er in einer 3½ m breiten Unterführung den Ems-Vecht-Kanal kreuzt) weiter nordwärts fließend, als Leebach bei Scheerhorn in die Vecht mündet.

Mit dem westwärts verlaufenden, südlichen (stärkeren) Teilarm dieses nördlichen Hauptverbindungsarmes vereinigt sich hier noch in Heseper Feld der südliche Hauptverbindungsarm, so daß nun wieder ein einziger Hauptarm gebildet ist, von dem östlich nur der eine als Leebach bei Scheerhorn sich in die Vecht ergießende Nebenarm abzweigt.

Der nördliche Hauptarm, welcher dadurch entstand, daß die große Aa ihre Mündung nordwestwärts verlegte, teilte sich, von Elbergen westsüdwestwärts fließend, bald in mehrere Arme, welche sich kurz vor der Grenze des Kreises Lingen mit dem bei Hanekenfähr abzweigenden nördlichen, jüngeren Nebenarm vereinigten, um gemeinsam West 20 Grad zu Süd an der Nordgrenze der Engdener Wüste in einem jetzt 150—200 m breiten Strombett weiter zu fließen. Nach Absendung eines östlich von Nordhorn bis hin nach Scheerhorn verlaufenden Nebenarmes vereinigte sich in Heseper Feld mit ihm der südliche Hauptarm, so daß beide als einziger Hauptarm südlich vom Dorfe Hesepe über Brandlecht weiterflossen.

Dieser Hauptarm ist 1 km östlich von Hesepe durch Flugsand völlig verschüttet. Auf den Dünen standen vom Winde arg zugerichtete, ruinenhafte alte Wacholderstämme, die von den Wirkungen der äolischen Kräfte beredtes Zeugnis ablegten. Westlich von Brandlecht verbreitert sich das Bett dieses Armes ganz bedeutend, so daß es, nach den Flugsandverwehungen und den vom alten Flußbett noch übrig gebliebenen seeartigen Wannen, deren größte (westlich von Brandlecht) mindestens 15 ha Oberfläche besitzt, zu schließen, stets über 1 km, oft sogar 2 km Breite hat. Von diesem in der Feldmark des Dorfes Brandlecht gelegenen Heidesee ab wendet sich der Arm in der Richtung West 40 Grad zu Nord über Frensdorfer Haar nach Lattrop, wo er in die Südnordrichtung einbiegt, die er bis Neuenhaus, seinem Vereinigungspunkt mit der jetzigen Vecht, beibehält.

Auf der Strecke Brandlecht-Frensdorfer Haar-Lattrop-Neuenhaus hat dieser Arm später seinen Lauf ostwärts verlegt, da die Vecht jetzt von Brandlecht über Nordhorn und Kloster Frenswegen in fast genau

[1]) An tiefer gelegenen Stellen, die infolge steter Feuchtigkeit vom Winde nicht ausgeweht werden können, sah ich mehrere Ausstiche, an welchen die Humusschicht 15—20 cm — niemals über 22 cm — Mächtigkeit zeigte, deren Liegendes den reinen weißgelblichen Flugsand bildete.

Digitized by Google

nordwestlicher Richtung (Nord 40 Grad zu West) nach Neuenhaus ihren Lauf nimmt.

Früher floß dieser Hauptarm, von Brandlecht ab über Frensdorfer Haar und Lattrop einen großen Bogen beschreibend, in einem breiten Bette nach Neuenhaus. Infolge der Verlegung des Flußbettes nach Osten hat die Vecht von Brandlecht bis Neuenhaus später eine fast genau nordwestliche Richtung eingeschlagen.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich folgendes:

Die obere Ems und große Aa flossen von ihren Vereinigungspunkten zwischen Leschede und Hanekenfähr ursprünglich westwärts und mündeten in der Nähe des Dorfes Brandlecht im Kreise Bentheim in die Vecht, von der die obere Ems demnach einen großen rechten Nebenfluß bildete.

Infolge der bei Elbergen oder Hanekenfähr aus weiterhin zu erörternden Ursachen entstandenen Bifurkation floß später zuerst ein Teil des Wassers der oberen Ems nordwärts zur Hase, bis endlich der linke zur Vecht fließende Arm völlig verlassen wurde und der neue nach Norden gerichtete Stromlauf zur Alleinherrschaft gelangte. Der Fluß hatte in dieser Gegend von jeher mit den Flugsandverwehungen zu kämpfen, so daß schließlich eine Kanalisation nötig wurde, über die das Weser-Ems-Stromwerk [1]) berichtet: „Die teilweise noch von der Kleinschiffahrt in geringem Maße benutzte regulierte Ems oberhalb Hanekenfährs ist in den zwanziger bis vierziger Jahren auf Grund der zwischen Preußen und Hannover getroffenen Vereinbarungen mit dem Ziele einer Fahrtiefe von rund 0,9 m bei niedrigem Sommerwasserstande schiffbar gemacht worden. Vorher konnten die damaligen sehr kleinen Kähne nur bei höheren Wasserständen von Meppen über Rheine, wo sich eine Schiffschleuse neben dem Mühlenwehre befand, bis Schöneflieth bei Greven gelangen. Während Preußen den Ausbau der rund 51 km langen Strecke von hier bis zur hannoverschen Grenze nebst Herstellung von zwei Schleusen bei Rheine und einer Wehr- und Schleusenanlage bei Bentlage übernahm, bewirkte Hannover die bessere Schiffbarmachung der rund 33 km langen Strecke bis Hanekenfähr mit zwei Wehr- und Schleusenanlagen, sowie den Bau des jetzt einen Teil der Hauptwasserstraße bildenden Seitenkanals von Hanekenfähr nach Meppen. An der obersten Strecke von Schöneflieth bis zu dem 14 km oberhalb Rheines beginnenden Wehrstaubereiche, die nur bei mittleren Wasserständen befahren werden kann, sind bloß einige Einschränkungswerke und Uferbefestigungen ausgeführt worden. Dagegen können in dem mit Durchstichen begradigten, mit Einschränkungswerken und Uferschutzbauten versehenen Wehrstaubereiche und von Rheine bis Hanekenfähr Schiffe von 1,10 m Tiefgang während des größten Teiles des Jahres verkehren.“ — (Das Protokoll zur

[1]) H. Keller, Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Bd. I. Stromgebiete und Gewässer. Berlin, Dietrich Reimer, 1901. S. 301.

Digitized by Google

Schiffbarmachung der Ems wurde am 26. April 1820 in Berlin unterzeichnet.) — Im vierten Bande desselben Werkes (er behandelt die Aller und die Ems) heißt es auf Seite 386 und 387: „Der Lauf der mittleren Ems ist sehr stark gekrümmt. Bei Bentlage und Listrup sind die in den Schleifen liegenden Stauanlagen durch kurze Seitenkanäle mit Schiffschleusen umgangen. Dadurch sind einige starke Krümmungen für die Schiffahrt beseitigt; indessen gibt es noch Strecken mit 200 m Krümmungshalbmesser, z. B. bei Elbergen, und sogar eine Stelle mit kaum 100 m Halbmesser etwa 2 km oberhalb Salzbergens. Die Längenentwicklung des Flusses ergibt sich aus der nachstehenden Tabelle:

Flußstrecke	Lauflänge	Tallänge	Luftlinie	Lauf-	Tal-	Fluß-
				entwicklung		
	km	km	km	%	%	%
Wehr zu Rheine — dgl. Hanekenfähr	38,1	30,5	22,5	24,9	35,6	69,3
Wehr zu Hanekenfähr — Hasemündung .	37,5	31,0	24,8	21,0	25,0	51,2
Mittlere Ems im ganzen . .	75,6	61,5	46,5	22,9	32,3	62,6

Die Flußentwicklung überschreitet überall 50 %. Am bedeutendsten ist sie in der obersten, 25,3 km langen Strecke von Rheine bis zum Wehre bei Listrup, wo sie etwa 80 % erreicht. Als Tallänge ist die Länge der Mittellinie des Überschwemmungsgebietes oder der zwischen den hohen Ufern liegenden Flußniederung angenommen. Diese Annahme ergibt eine erhebliche Talentwicklung. Dagegen würde die Tallänge beinahe gleich der Luftlinie werden, wenn als Talboden die ganze Niederung zwischen den beiderseitigen Dünenreihen angesehen wird.“ —

Der größte rechte Nebenfluß der Ems, die Hase, zeigt unter allen hydrographischen Linien des nordwestdeutschen Flachlandes eine eigentümliche Gestalt. Aus dem Osnabrücker Triasbecken nach Norden strömend, durchbricht sie zwischen Barlage und Bramsche die aus Lias und Malm bestehenden Juraschichten, um erst zwischen Quakenbrück und Essen die bis dahin eingehaltene Nordrichtung im rechtwinkligen Knie in eine westliche zu wandeln. Es war ihr infolge ihrer nur unbedeutenden Wassermenge und des nur sehr geringe Erosionskraft verleihenden schwachen Gefälles unmöglich, den Hümling zu durchbrechen, obgleich sonst Åsar für größere Flüsse ein Hindernis nicht bilden [1]). Die Åsgräben des Hase-Ås, Süd-, Mittel- und Nordradde-Ås [2]) brachten vom Hümling noch neue Wassermassen herzu und verstärkten die träge dahin fließende Hase. Bevor nun die Ems von

[1]) Den geologischen Bau des Hümlings erörtert J. Martin, Diluvialstudien. II. Das Haupteis ein baltischer Strom. Im 10. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück für 1893 und 1894, S. 24—30.

[2]) Auch die jetzt selbständig in die Ems fließende Nordradde war ursprünglich ein Zufluß der Hase.

Digitized by Google

Süden her nach Meppen gelangte, hätte die Hase im Westen ein Hindernis finden müssen, wenn sie bei Meppen wieder im rechten Knie nach Norden geflossen wäre. Der Bau des Diluviums stellt ihr aber nicht das geringste Hindernis entgegen. Es liegt daher der Gedanke nahe, daß die Hase erst durch die von Süden kommende Ems gezwungen wurde, von Meppen an ihre Wasser nordwärts zu senden. Und so ist es in der Tat.

Wie es kam, daß die Hase, die doch auch wie die später zu erwähnende Urems ein glaziales Stromtal benutzt, entgegen der allgemeinen Regel nicht in nordwestlicher, sondern in westlicher Richtung floß, lehrt uns das „hohe Ufer" bei Haselünne. Wenn man von der Hasebrücke in Haselünne längs des Nordufers der Hase einige Minuten westwärts wandert, so sieht man das aus Geschiebelehm aufgebaute „hohe Ufer" gleichsam als diluviales Vorgebirge auf einer langen Strecke 5 m und mehr senkrecht aus dem Wasserspiegel der Hase sich erheben. Es ist die Grundmoräne des Südraddeås, das von allen Hümlingsåsar am weitesten nach Süden vorspringt und hier von der Hase im spitzen Winkel getroffen wird. Daß Geröll- und Geschiebeåsar dem Fluß ein dauerndes Hindernis nicht entgegenzusetzen vermögen, hat namentlich Klockmann[1]) gezeigt. Die zur Zeit der Bildung der Hümlingsåsar freiwerdenden Wassermassen müssen eine nach Westen sich erstreckende große Rinne vorgefunden und in diese die Hase eingezwängt haben. Das sehen wir an der Endmoräne des Hondsrüg, der sich von Groningen ab 62 km südostwärts bis in die Nähe der alten Hase (Nieuw-Amsterdam) erstreckt. Er ist ganz aus nordischem Material aufgebaut und daher eine echte Endmoräne. Die mit ihm in derselben Richtung liegende und daher seine natürliche südliche Verlängerung bildende Pseudo-Endmoräne von Emsbüren-Salzbergen, die daher auch mit dem Hondsrüg gleichen Alters ist, besteht aus Rhein- und Maasfluviatil[2]). Zwischen Emsbüren und Nieuw-Amsterdam verläuft ostwestlich also die Grenzlinie zwischen dem nordischen Diluvium, soweit es seine Entstehung dem Eisrückzuge verdankt, und dem aus dem Süden herbeigeschwemmten Spätfluviatil. Diese Grenzlinie wurde durch den großen (unten näher besprochenen), von Elbert zuerst nachgewiesenen Vechtstausee gebildet, der für das Rhein- und Maasspätfluviatil zu einer Schranke wurde, die namentlich dann wirksam war, als die beim Abfluß des Fürstenauer und des Quakenbrücker Stausees nach Westen abströmenden Schmelzwasser jene glaziale Rinne geschaffen hatten, die die Hase vorfand und in der sie nun westwärts von Meppen zur Vecht hinabfloß, mit der sie sich bei Gramsbergen vereinigte. Die Stromlinie der Vecht bezeichnet den weiteren Verlauf dieses glazialen Stromtales.

Der alte, westwärts gerichtete Lauf der Hase gibt sich noch in

---

[1]) F. Klockmann, Über die gesetzmäßige Lage des Steilufers einiger Flüsse im norddeutschen Flachlande. Jahrbuch der Königl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1882, S. 173—189.

[2]) Vgl. darüber: J. Martin, Diluvialstudien. II. Das Haupteis ein baltischer Strom. X. Jahresbericht des naturwiss. Vereins zu Osnabrück für 1893—1894, S. 30—32.

Digitized by Google

einem Bache kund, der aus dem Kleinfullener Moor herabfließt und sich am Dorfe Großfullen vorbei ostwärts zur Ems wendet. Als ich am 17. September 1903 diese Gegend besuchte, um den alten Haselauf westwärts von Meppen soweit als möglich zu verfolgen, mußte dieser Plan leider an den großen Überschwemmungen scheitern, die Hase und Ems durch das Austreten aus den Ufern hervorgerufen hatten. Das Wasser bedeckte Wiesen und Fruchtfelder, so daß man das noch auf den Feldern stehende Korn auf die höchsten Stellen getragen und zusammengepfercht hatte, um es im Wasser nicht völlig verderben zu lassen. Dazwischen sah man hie und da Dünen, die sich durch ihre leuchtend weiße Farbe weithin bemerkbar machten. Unter diesen Verhältnissen war es unmöglich, von hier aus dem alten Haselauf zu folgen, der weiter westlich bald vom Moore überdeckt wird und erst zwischen Neuringe und Nieuw-Schoonebeek wieder auftaucht.

Das Flugsandgebiet erstreckt sich bei Meppen 6—8 km weit westwärts von der Ems und hat den alten Haselauf ohne Zweifel in seinem oberen Ende großenteils verwischt. Manche Sandflächen sind von Menschenhand eingeebnet und — ohne jegliche Einfriedigung — mit Grassamen besät, um sie als Weideflächen nutzbar zu machen, so wenig ergiebig sie auch sein mögen. Aber Calluna vulgaris, die ursprüngliche Besitzerin, läßt sich nicht so leicht von den Gräsern verdrängen, sondern sproßt, wenn auch vom Zahn des Weideviehes kurz gehalten, allenthalben zwischen den Gräsern wieder hervor. In der Nähe des Emsufers findet man bessere Weiden und einzelne Kornfelder, dazwischen hie und da Dünen. Wandert man von Meppen über Rühle westwärts, so trifft man 6 km westlich von Rühle auf die Grenze des Flugsandgebietes, die ziemlich genau durch das am Wege nach Rühlertwist gelegene Wirtshaus bezeichnet wird.

Je näher man der Grenze des Flugsandgebietes kommt, desto häufiger sieht man Dünen und kiefernbepflanzte Höhen, dazwischen rechts und links vom Wege große Wassertümpel. Calluna vulgaris gibt auch hier den braunen, düsteren Grundton der ganzen Landschaft an, bis sie auf dem weitgedehnten Bourtanger Moor, das wir dann betreten, die Alleinherrschaft erlangt. Noch einige Kilometer Weges, und man sieht rechts und links, im Norden und Süden nichts als Moor. Grenzenlose Einöde! Nur vor uns erschauen wir in weiter Ferne die armseligen Kolonistenhäuschen von Rühlermoor. Links im Südwesten erblickt man am Saume des Gesichtsfeldes die Büsche von Hesepertwist, die schüchtern den Horizont überragen, während im Südosten einsam der Turm von Groß-Hesepe, im Osten derjenige von Meppen über der öden Fläche sichtbar wird[1]). Genau 2 km östlich vom

[1]) Grisebach besuchte in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts diese Gegend. In seiner Schrift „Über die Bildung des Torfs in den Emsmooren aus deren unveränderter Pflanzendecke, Göttingen 1845“ sagt er auf S. 6 ff.: „An der hannoverisch-holländischen Grenze habe ich, zwischen Hesepertwist und Ruitenbrock das pfadlose Moor von Bourtange überschreitend, einen Punkt besucht, wo wie auf hohem Meere der ebene Boden am Horizont von einer reinen Kreislinie umschlossen ward und kein Baum, kein Strauch, keine Hütte, kein Gegenstand von eines Kindes Höhe auf der scheinbar unendlichen Einöde sich abgrenzt. Auch die entlegenen Ansiedelungen, die, in Birkengehölzen verborgen, lange Zeit noch

Digitized by Google

Süd-Nord-Kanal treffen wir zwischen dem dritten und vierten Hause in Rühlermoor auf die Wasserscheide zwischen dem jetzigen Ems- und Vechtgebiet. Über Rühlertwist gelangt man dann nach der Moorkolonie Twist (an der holländischen Grenze), deren Mittelpunkt „der Bült" ist, eine Sandhöhe, die nur wenig über das umgebende Moor hervorragt und die Kirche, eine Windmühle und mehrere Häuser trägt. Die Höhe besteht aus späthvitåglazialem Sande, der nicht von Torfsubstanz überdeckt wurde und daher eine vorzügliche Siedelungsstätte bot [1]). Westwärts vom Twist breitet sich das alte breite Tal der Hase aus, das noch jetzt von einem Bache, auch die Aa genannt, der Länge nach durchflossen wird. Genau 1 km westlich vom Bült beginnt die Aa — deren Ursprung in dem breiigen Morast festzustellen ich mir versagen mußte — zwischen den Niederlanden und der Provinz Hannover die Grenzlinie zu bilden, die sich teils am linken, teils am rechten Ufer der Aa 15 km lang westwärts bis zur Emlichheimer Wüste hinzieht.

Das Tal der alten Hase ist hier westlich vom Twist zwischen Nieuw-Schoonebeek und Neuringe etwa 1 km breit und erstreckt sich, späterhin nur wenig an Breite zunehmend, in sehr sanfter Wellenlinie von Osten nach Westen bis zum holländischen Städtchen Coevorden. Es ist sehr flach und, wie erwähnt, in seiner tiefsten Rinne von der Aa durchflossen. Im Gegensatz zum Bourtanger Moor ist es mit Weideland erfüllt. Auf Nieuw-Schoonebeek sah ich mehrere sehr flache Moraste, welche zur Torfgewinnung ausgenutzt wurden, ebenso in dem gegenüberliegenden deutschen Dorfe Neuringe. Hier betrug die Mächtigkeit der Torfschicht an mehreren Stellen ½ m bis 60 cm, in vielen Torfstichen kaum 1 m. Aus den ausgegrabenen Torfstichen ragten so zahlreiche (untermoorige) Kiefernstümpfe hervor, daß es den Eindruck machte, als stände man vor einem abgeholzten Schlage junger Kiefern im Walde. Alexisdorf zeigte neben flachen Moraststrecken höher hinauf schon Sandwehen und Dünenbildung. In Oud-Schoonebeek verschwanden auch die flachen Torflager, und hie und da traten Flugsandbildungen auf. An zahlreichen Aufschlüssen konnte ich die Mächtigkeit der Ackerkrume in Hausgärten und auf Ackerland feststellen; sie betrug 24—33 cm. Dann folgte überall der gelbliche Flugsand.

---

wie blaue Inseln in weiter Ferne erscheinen, sinken zuletzt unter diesen freien Horizont herab. Dieses Schauspiel, auf festem Boden ohne seinesgleichen, überallhin auf abgerundete Heiderasen und über dem Schlamm gesellig schwebende Cyperaceen das Auge einschränkend, zugleich seltsam das Gemüt mit der Gewalt des Schrankenlosen ergreifend, versetzt uns in ursprüngliche Naturzustände, wo eine organische, jedoch einförmige Kraft alles überwältigend gewirkt hat. Es ist das Gebiet der größten zusammenhängenden Ansammlungen von Torfsubstanz, welche Deutschland besitzt."

[1]) Der Twist soll die älteste Siedelung dieser Gegend sein, wie man mir auf meine Frage hier allenthalben sagte. Am 15. Juni 1788 zog nach der Überlieferung der erste Kolonist nach dem Twist, um sich hier eine Wohnstätte zu gründen, was am 15. Juni 1888 der weltentlegenen Moorkolonie zu ihrer Hundertjahrfeier Veranlassung gab. Der Name Twist ist herzuleiten vom plattdeutschen „twee", d. i. zwei, weil die Kolonie an zwei beim Bült stumpfwinkelig zusammenstoßenden Wegen angelegt wurde. „Twist" ist also etwa „Gabelung".

Digitized by Google

In Oud-Schoonebeek bestieg ich die Windmühle, um mir dadurch einen Blick über die Gegend zu verschaffen. Da lag das weit und breit überschwemmte Tal vor mir, aus dem hin und wieder einzelne Dünen oder auch Höhenzüge, aus Flugsand aufgehäuft, herausragten, kleinen Inseln gleich. Das alte Tal wird westwärts allmählich etwas tiefer. Bei Weijerswold sah man die letzten flachen Torflager. Vor Coevorden gabelt sich das Tal und schließt das Städtchen, eine alte holländische Grenzfeste, als Insel ein, es dadurch gleich zu einer natürlichen Festung gestaltend.

Wie die orographischen Verhältnisse dieser Gegend mit auffallender Deutlichkeit verraten, sandte die Hase, als sie dieses Tal noch durchfloß, schon gleich westlich von Alexisdorf einen kräftigen Arm nach Südwesten, der, zwischen Kleinringe und Emlichheim die jetzige Vecht kreuzend, durch die Echteler Heide weiter floß, jetzt noch durch die bedeutende Raderwijker Beek in seinem Lauf gekennzeichnet und auch wie sie beim holländischen Dorfe Hardenbergh einst in die Vecht einmündend. Bei Coevorden wurde die Hase durch zwei von Norden kommende Zuflüsse, Loodiep und Dorstendiep, verstärkt. Sie wandte sich nun nach Südwesten und mündete beim holländischen Dorfe Gramsbergen, dessen Siedelungsstätte gerade so wie Coevorden, von den vereinigten Wassern einer Insel gleich umflossen wurde, in die Vecht, welche von hier ab in ihrem unveränderten, etwa 3 km breiten glazialen Stromtal, das ich weit und breit überschwemmt fand, sich nach Südwesten wendet.

Wahrscheinlich sind die Wasser der zur Hase abgelenkten Ems anfangs mit der Hase wieder westwärts zur Vecht abgeflossen. Zu Hochwasserzeiten strömte sehr wahrscheinlich, namentlich bei starken südwestlichen Winden, ein Teil der Wasser von Nieuw-Schoonebeek nordwestwärts über Nieuw-Doordrecht an der Ostflanke des Hondsrüg entlang, das glaziale Stromtal der jetzigen Hunse benutzend, und floß östlich an Groningen vorbei der Lauwerszee und damit der Nordsee zu. Darauf entstand durch die Einwirkung der Ems bei Meppen eine Bifurkation, durch welche ein Teil der Wasser nach Norden geleitet wurde. Dieser Arm fand die Verbindung mit der Leda erst nach zahlreichen Windungen, wofür noch heute die große Zahl der fortgesetzt abwechselnden Serpentinen der ganzen mittleren Ems Zeugnis ablegt. Der dauernde feste Anschluß an die Urems wurde der umherirrenden unteren Verbindungsems dadurch erleichtert, daß zwischen dem Ås von Diele-Stapelmoor (im Westen) und demjenigen von Steenfelde (im Osten) ein Åsgraben gleichsam hilfreichende Hand bot. Dieser alte Åsgraben spiegelt sich noch jetzt deutlich in der untersten Stromstrecke der unteren Verbindungsems zwischen Papenburg und Leerort wider, die im grellen Gegensatz zu dem oberhalb Papenburgs liegenden, sehr gewundenen oberen Stromstücke ein auffallend gerade gestrecktes Stromende bildet. Jene Tatsache ist um so weniger anzuzweifeln, als östlich von der Emslinie ganz ähnliche Åsgräben der Hümlingsåsar nordwärts der Leda zufließen. Nach langer Zeit gewann dieser Arm die Oberhand, endlich die Alleinherrschaft. Das alte trockene Flußbett der Hase wurde durch den vom Ost und Nordost

Digitized by Google

herbeigeführten Flugsand verweht und verstopft, ja endlich ganz abgemauert. So verödete es völlig und füllte sich in seinen östlichen Teilen im Laufe der Jahrtausende mit Torfsubstanz, während der westliche Teil durch die bessere Abwässerung nach der Vecht hin daran verhindert wurde ebenso wie das periodisch angegliederte glaziale Hunsetal. Damit waren die beiden Hauptäste von dem schön baumartig geformten Urvechtsystem abgesägt. Nur der von der Mündung bis Gramsbergen reichende Stumpf mit dem unbedeutendsten Aste, der jetzigen oberen Vecht, blieb als Vechtsystem bestehen.

Die Hase floß ursprünglich von Meppen westwärts durch das jetzige Bourtanger Moor, das ihr altes Tal verdeckt, so daß es erst bei der Kolonie Twist wieder deutlich zu Tage tritt. Von hier weiter westwärts fließend, entsandte sie bei Alexisdorf einen Arm nach Südwesten, der sich bei Hardenbergh mit der Vecht vereinigte. Die Hase selbst floß an Coevorden vorbei und mündete, von hier sich nach Südwesten wendend, bei Gramsbergen in die Vecht.

Die Vecht war demnach im Frühpostglazial ein schön baumartig entwickeltes Flußsystem, von dem die obere Ems den Hauptstrom, die Hase einen rechten, die obere Vecht einen linken Nebenfluß bildeten (Beilage 6).

Beide Perioden der Entwicklungsgeschichte des Emsstromsystems oder der Zertrümmerung der Urvecht spiegeln sich auch deutlich wider in den gegenwärtigen mittleren Niveauhöhen der Ems und Vecht an den Endpunkten jener großen Stromverlegungen. Beide Flüsse haben mit großen Sandverwehungen zu kämpfen, zeigen ein sehr geringes Gefälle und, da sie kaum Geschiebe mit sich führen, ein sehr geringes Maß erosiver Kraft, die sich zudem hier in den oft sehr geschlängelten Flußläufen fast ganz in Seitenerosion betätigt. Dennoch vermag die viel wasserreichere Ems ihr Bett merklich eher zu vertiefen als die Vecht. Bei Elbergen — also an der Mündung der großen Aa — liegt das Niveau der Ems 22 m ü. M.; die Vecht zeigt bei Hesepe aber, wo sich früher die Ems mit ihr vereinigte, eine Niveauhöhe von 24 m ü. M. Das vor der Stromverlegung auf dieser in Luftlinie 15 km messenden Strecke vorhandene Gefälle wurde infolge des etwas rascheren Einschneidens der Ems in ein rückläufiges von 2 m Niveaudifferenz umgewandelt. Bei Meppen besitzt die Ems eine Höhe von 12 m ü. M., die Vecht an der Einmündung der alten Hase zwischen Laar und Gramsbergen — der jetzigen Mündung der Aa — eine solche von 9 m ü. M. Hier besteht also auf der in Luftlinie etwa 40 km betragenden Strecke noch jetzt tatsächlich ein Gefälle von 3 m, obwohl die Ems auch bei Meppen ihr Bett rascher vertiefte als Aa und Vecht. Obgleich diese Zahlen nur einen relativen Wert besitzen können, scheint sich auch in ihnen das höhere Alter der südlichen Stromverlegung zwischen Elbergen und Hesepe deutlich auszusprechen.

Nachdem wir so die Urvecht wieder konstruiert haben, von der die jetzige Vecht nur gleichsam der Baumstumpf ist, dem man die Krone und einen Hauptast nahm und nur noch einen Hauptast ließ,

Digitized by Google

ist es nicht schwer, uns ein Bild über die ursprünglichen Verhältnisse der unteren Ems zu machen. Der Verbindungsstrom von Meppen bis zur Ledamündung war nicht vorhanden. Die Leda floß, wie erwähnt, eine alte Schmelzwasserrinne vor dem Eise (und späteres glaziales Stromtal) benutzend, als selbständiges Flußsystem — also als die Urems — in nordwestlicher Richtung der Nordsee zu.

Wie sehr dieses glaziale Uremstal von den Schmelzwassermassen eingeebnet worden ist, zeigen sehr deutlich die Gefällverhältnisse der Leda und ihrer Zuflüsse, über die das Weser-Ems-Stromwerk[1]) folgende Angaben macht: „Das Gefälle der Wasserläufe, aus deren Zusammenfluß die Leda entsteht, ist sehr gering; in den obersten Strecken erreicht es im allgemeinen die Größe von etwa 1 % und steigt nur vereinzelt bis 2 % an, während es in den mittleren Strecken durchschnittlich 0,1 % beträgt. Die Leda hat dagegen auf ihrem 31,1 km langen Laufe bei einer Fallhöhe von 0,75 m ein mittleres Gefälle von 0,024 % (1 : 41500) und ähnlich die Jümme auf ihrem 20,9 km langen Laufe bei 0,51 m Fallhöhe ein Gefälle von 0,024 % (1 : 41000). Dieses geringe Gefälle ist die Folge der großen Erweiterung der Querschnitte, die durch die Ebbe und Flut bewirkt worden ist. In der Nähe der Flutgrenze haben die Wasserläufe 10—12 m Spiegelbreite und 1,2 bis 1,9 m Wassertiefe. Nach unten nimmt der Querschnitt derartig zu, daß die Leda in ihrer Mündungsstrecke eine normale Breite von 114 m bei einer Tiefe von 5 m bei Hochwasser hat." Diesen Ausführungen möchte ich hinzufügen, daß es auch der Nordseeflutwelle nur auf so wenig geneigten Flächen, wie das glaziale Uremstal eine bietet, gelingt, die Flußmündungen zu Ästuarien von solchen Querschnitten zu erweitern.

In der Geröllendmoräne von Tergast in Ostfriesland liegt der untrügliche Beweis vor, daß das Eis auf seinem Rückzuge hier stationär wurde. Der meist in flachen Bogen vorspringende Eissaum zog sich wahrscheinlich von Tergast nach Boekzetelerfehn, sprang hier in einem neuen Lobus nach S vor und zog sich über Filsum nach Detern und weiter ostwärts. Wir haben also im gemeinsamen Tal der Leda und Jümme eines jener glazialen Stromtäler vor uns, welche von dem in ostwestlicher Richtung zur Nordsee abfließenden Schmelzwasser in das abgelagerte Moränen- und Hvitåglazial hineinerodiert wurden, wie ja in weit höherem Maße die fünf großen ostelbischen glazialen Stromtäler vom Breslau-Magdeburger Haupttal bis hinab zum pommerschen Tal mit seinen drei Stauseeen.

Zur Urems gehörte ursprünglich auch noch die Hunte, die deren Mittel- und Oberlauf repräsentierte, so daß die Urems in jetziger Gestalt auch nichts anderes als eine Ruine darstellt. Die Hunte ging der Urems aus denselben Ursachen verloren wie die Hase der Vecht. Für das der Urems untreu gewordene obere Stromstück (d. i. die Hunte bis Oldenburg) vermochte sie sich im Westen durch neu erworbene Teile der Urvecht reichlich zu entschädigen.

[1]) H. Keller, Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Bd. 1: Stromgebiete und Gewässer. Berlin, Dietrich Reimer, 1901, S. 265.

Digitized by Google

Die Leda floß, ursprünglich im Verein mit der Hunte ein selbständiges Stromsystem bildend, unmittelbar in die Nordsee. Die Hunte wandte sich später aus denselben Ursachen der Weser zu wie Oberems und Hase der Urems.

Entwicklungsgeschichtlich betrachtet müssen wir das ganze jetzige Emssystem in fünf natürliche Teile zerlegen, von denen Glied 2 und 4 homogene, Glied 1, 3 und 5 aber ausgesprochen heterogene Bestandteile bilden. Wir gliedern das Emssystem in:

1. Oberems — von der Quelle der Lutter bei Bielefeld bis Elbergen oder Hanekenfähr[1]),
2. obere Verbindungsems — von Hanekenfähr bis Meppen,
3. die Hase,
4. untere Verbindungsems — von Meppen bis zur Ledamündung bei Leerort,
5. Urems — die Leda zusamt der unteren Ems bis zur Mündung in die Nordsee.

Oberems, Hase und untere Urems wurden durch die obere und untere Verbindungsems zum jetzigen einheitlichen Emsstromsystem verschmolzen.

Aus den dargelegten Tatsachen ist leicht ersichtlich, daß die Ablenkung der Oberems die am meisten ins Gewicht fallende Ursache bei der Entstehung des jetzigen Emslaufes gewesen ist, weil die Hase erst durch die obere Verbindungsems aus ihrer Westrichtung in die Nordrichtung hineingezwängt wurde. Bei dem Suchen nach den tätig gewesenen kausalen Faktoren haben wir daher vor allen Dingen die Ablenkung der Oberems in den Kreis unserer Betrachtung zu ziehen.

2. Die Ursachen der Entstehung des gegenwärtigen Emssystems.

Der beinahe meridionale Stromlauf der Oberems und die Rechtsablenkung der beiden Vechtnebenflüsse sind zwei Momente, welche uns bei der Entstehung des jetzigen Emssystems auf das durch seinen Urheber berühmt gewordene „Baersche Gesetz“ als etwa bedingende Ursache hinweisen müssen.

Der ausgezeichnete russische Biologe Karl Ernst von Baer hat es als Ergebnis seiner seit 1853 angestellten Beobachtungen als eine Erfahrungstatsache hingestellt, daß die großen in meridionaler Richtung fließenden Ströme im europäischen und asiatischen Rußland nach dem

[1]) Historisch ist die an der Bielefelder Pforte entspringende Lutter der Quellfluß der Oberems und die Ems selbst von dieser nur ein bei Harsewinkel mündender größerer Nebenfluß. Das von der Oberems durchflossene Tal besteht aus zwei Strecken sehr verschiedenen Alters: 1. dem glazialen Stromtal von der Bielefelder Pforte bis Telgte, 2. dem postglazialen Emstal von Telgte bis Elbergen. Das alleroberste Stück des Emsstromgebietes — der Sennebach mit dem Stück Oberems bis Mose — gehört ursprünglich dem Stromgebiet der Lippe an, aus dem es durch den über Rietberg und Wiedenbrück ziehenden Anleimungsbogen ausgeschaltet und an die Ems gelegt wurde.

Digitized by Google

rechten Ufer drängten und dieses daher stärker erodierten. Schon im Jahre 1854 hatte ihn das Hochwasser der Wolga in seiner Ansicht stark gefestigt. Von nun an fuhr er nicht nur mit verdoppeltem Eifer in seinen Beobachtungen fort, sondern sammelte auch aus zuverlässigen Quellen die Nachrichten über die Flüsse der verschiedensten Länder und Erdteile, welche fast allesamt für die Richtigkeit seiner Hypothese zu sprechen schienen. Zum ersten Male hatte Baer seine Ansicht im Herbste und Winter 1853—54 einer Anzahl ihm befreundeter Gelehrter in Astrachan und St. Petersburg vorgetragen, die der neuen Lehre jedoch recht skeptisch gegenüberstanden. Schon 1857—58 schrieb Baer über seine Beobachtungen einige Aufsätze in russischer Sprache, welche 1859 die Physiker und Autoritäten in der Mechanik wie Bertrand, Babinet, Lamarle u. a., die der Pariser und belgischen Akademie angehörten, zu der Erklärung veranlaßt hatten, daß es unmöglich sei, für die von Baer beobachteten Erosionserscheinungen den durch Erdrotation verursachten Seitendruck als kausalen Faktor zu betrachten. Daraufhin erschien im Jahre 1860 Baers berühmte Abhandlung [1]), in der er folgendes Gesetz aufstellte [2]):

„Das fließende Wasser, wenn es vom Äquator gegen die Pole sich bewegt, bringt eine größere Rotationsgeschwindigkeit mit, als den höheren Breiten zukommt, und drängt deshalb gegen die östlichen Ufer, weil die Rotationsbewegung nach Osten gerichtet ist, also auch dieser kleine Überschuß, welchen das fließende Wasser aus niederen Breiten in höhere mitbringt. Umgekehrt wird ein fließendes Wasser, das mehr oder weniger von den Polen nach dem Äquator sich bewegt, mit geringerer Rotationsgeschwindigkeit ankommen und also gegen das westliche Ufer drängen. In der nördlichen Erdhälfte ist aber für die Flüsse, die nach Süden fließen, das westliche ebenfalls das rechte. In der nördlichen Halbkugel muß also in Flüssen, die mehr oder weniger nach dem Meridian fließen, das rechte Ufer das angegriffene, steilere und höhere, das linke das überschwemmte und deshalb verflachte sein, und zwar in demselben Maße, in welchem sie sich der Meridianrichtung nähern, so daß bei Flüssen oder Flußabschnitten, welche fast ganz im Meridian verlaufen, die anderweitig bedingenden, für dieses allgemeine Gesetz also störenden Einflüsse nur wenig, in solchen aber, die mit dem Meridian einen ansehnlichen Winkel machen, stärker hervortreten müssen."

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die Bemühungen der Anhänger, neue Belege für das Baersche Gesetz zu erbringen, um ihm als einem geo-physikalischen Gesetz Geltung zu verschaffen, sowie die gegnerischen Schriften hier noch in den Bereich der Erörterung zu ziehen [3]). Da die Akten über das Baersche Gesetz noch nicht zum Ab-

[1]) Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg 1860. II. In seinen „Kaspischen Studien" VIII: „Über ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung der Flußbetten".

[2]) a. a. O. S. 1.

[3]) Treffliche Literaturnachweise bietet Finger in der Zeitschrift Humboldt, Jahrg. I, S. 368, ferner Neumann in seinen „Studien über den Bau der Strombetten und das Baersche Gesetz". Königsberg, Leupold, 1893. Übrigens hat Baer auch die ihm bekannten Ausnahmen von seiner Regel nicht unerwähnt gelassen. Dabei führt er als Ursache für den großen Linksbogen des Unterrheins (a. a. O.

Digitized by Google

schluß gebracht sind [1]), so müssen wir es trotz allen der Baerschen Hypothese entgegenstehenden physikalischen und geologischen Gründen doch als einen etwa bedingenden Faktor bei der Zusammenschweißung der oberen Ems und Hase mit der Urems bei unseren Untersuchungen mit in Betracht ziehen.

Während Dunker, Bergrat in Halle a. S., in seiner Arbeit „Über den Einfluß der Rotation der Erde auf den Lauf der Flüsse“ [2]) Baers Begründung Punkt für Punkt widerlegte und zur völligen Ablehnung des Baerschen Gesetzes kam, da er anderen Faktoren einen viel größeren Einfluß auf die Gestaltung der Strombetten einräumte, suchte noch Berghaus 1877 die in den ostelbischen Stromsystemen in der postglazialen Epoche vor sich gegangenen Ablenkungen nach rechts als eine Folge der Baerschen Theorie hinzustellen [3]).

Eine außerordentlich anschauliche Berechnung des Einflusses der Erdrotation auf die Bewegung des Flußwassers verdanken wir Zöppritz [4]). Am Schlusse seiner Berechnung sagt er (a. a. O. S. 51 ff.) folgendes: „Die Ablenkung der Schwerkraft beträgt demnach im höchsten Falle, nämlich am Pol, nur 6,15 Sekunden, d. h. nur den 600. Teil eines Grades, eine nur mit den allerfeinsten Instrumenten überhaupt nachweisbare Größe. Die Erhebung am rechten Ufer eines Flusses von der bedeutenden Breite von 1000 m wäre in diesem Falle nur 0,0298 m oder rund 3 cm. Wenn der Fluß also durch eine völlig horizontale Ebene flösse, so würde er, wenn sein Bett einmal ganz gefüllt würde, am rechten Ufer etwas früher austreten als am linken. Wo aber gibt es Ebenen, bei denen man ganz sicher ist, daß auf 1000 m Entfernung keine Neigung um 6 Sekunden, keine Unebenheiten von 3 cm Höhe auftreten? Ein paar Gebüsche am Uferrand können den Einfluß dieser Wasserstandsdifferenz auf die Erosion des Ufers weit überwiegen. ... Es würde unter diesen Umständen mehr als vermessen sein, in einer Richtungsänderung der Schwerkraft um den 600. Teil eines Grades die Ursache für irgend eine beobachtete Gestaltungseigentümlichkeit gewisser Flüsse zu suchen. Man kann kühn behaupten, daß eine Ablenkung der Schwerkraft um einen vollen Grad und mehr in der Gestalt eines Flußbettes nicht nachweisbar sein würde. Die Länge der Zeit, während welcher diese abgelenkte Schwerkraft eingewirkt hat, kann hierbei gar nicht in Betracht kommen, denn ebensolange wirken alle diese Unregelmäßigkeiten und, da sich das Flußbett durch Erosion und Sedi-

---

S. 59) die zur Römerzeit dort vorgenommenen Wasserbauten auf, während es tatsächlich die vor dem Saum des Inlandeises aus Maas- und Rheinschottern aufgeschüttete Pseudoendmoräne von Amersfoort ist, die zur Zeit der größten Ausbreitung des Inlandeises das Stromsystem gleichsam als Grenzwall selbst aufbaute.

[1]) Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. 3. Aufl. Leipzig 1903. S. 646.

[2]) Giebels Zeitschrift für die gesamten Naturwissenschaften. Jahrg. 1875, Bd. XI, S. 463—533.

[3]) In seiner Abhandlung „Die frühere Oberflächengestalt der Mark Brandenburg“. Gaea 1877. S. 281—292.

[4]) Zöppritz, Über den angeblichen Einfluß der Erdrotation auf die Gestaltung der Flußbetten. Verhandlungen des II. deutschen Geographentages zu Halle 1882. Berlin, Dietrich Reimer, 1882. S. 47—53.

Digitized by Google

mentführung beständig ändert, fortwährend in anderer, völlig unübersehbarer Weise."

Nach dieser Zöppritzschen Darlegung sei noch darauf hingewiesen, daß das Baersche Gesetz selbst seine Wirkung in dem Maße abgeschwächt erklärt, als das Azimut der Bewegung wächst. An der alten Bifurkationsstelle bei Bernte beträgt nun das Azimut der Bewegung der vereinigten Oberems und Aa über 80 Grad, bei der Hase noch mehr. Man sieht, daß allein schon dadurch die Wirkung des Baerschen Gesetzes bei der Ablenkung der Oberems und Hase fast aufgehoben wird. Demnach folgern wir:

Das Baersche Gesetz kann bei der Ablenkung der Oberems und Hase als kausaler Faktor nicht in Ansatz gebracht werden.

Da uns das Baersche Gesetz also völlig im Stiche läßt, müssen wir uns nach anderen Erklärungsgründen umsehen.

Es ist allgemein bekannt, daß die aus Seitentälern kommenden Gebirgsbäche fast ihr gesamtes Material an mitgeführten Schottern beim Eintritt in das sanfter geneigte Haupttal in Form von Schuttkegeln oder Muren ablagern. Alle Nebenflüsse, welche nicht rechtwinklig münden, werden beim Eintritt in den Hauptstrom gezwungen, das mitgeführte Geröllmaterial im inneren Winkel der Mündungsstelle abzulagern. Je mehr der Schuttkegel anwächst, desto weiter wird nach und nach die Mündungsstelle flußabwärts verschleppt. So hat beispielsweise die Etsch, als sie noch linker Nebenfluß des Po war, im Laufe der Zeit solche Schuttmengen aufgehäuft, daß sie nach Abwärtsverlegung ihrer Mündung endlich vollständig vom Hauptstrom getrennt wurde und jetzt selbständig ins Mittelmeer fließt.

Über das Entstehen solcher Schuttkegel oder Muren sei eine Stelle aus der Arbeit „Über das seitliche Rücken der Flüsse" von Stefanović von Vilovo[1]) angeführt (a. a. O. S. 170):

„Die Grobkörnigkeit oder Feinkörnigkeit des Gerölles, welches ein Bach oder Fluß mit sich führt, steht in genauem Verhältnis zur Wassermenge und der Abschüssigkeit oder dem Gefälle des Bettes. Je steiler, desto schwerer ist das Wasser in seinem Falle, desto größere Steine vermag es zu wälzen. Je mehr und je plötzlicher der Schnee schmilzt, desto größere Wassermengen werden auf einmal zu Tal stürzen, desto gröberes Geröllmaterial wird der sonst unbedeutende Bach hinabführen. Dieser letztere Fall kommt namentlich an den gegen Süden gewendeten Berglehnen und Bergabhängen vor. . . . Ihrer Natur nach ist die Plastik der Mure immerwährenden Veränderungen unterworfen. Der Bach füllt mit der Zeit sein eigenes Bett derart mit Geröll aus, daß die anrainende Böschung der Mure tiefer ist als die Sohle des Bettes. Beim nächsten Hochwasser nimmt die Hochflut beim Ausgange aus der Gebirgsschlucht einen neuen, tiefer gelegenen Weg, reißt alles, Baum, Umzäunung, Haus und Hof nieder und lagert jetzt hier ihr Geschiebe ab. Sobald der Bach auf sein geringes Wasserquantum herabsinkt, bleibt

[1]) Mitteilungen der Kais. Königl. geogr. Gesellschaft in Wien, 1881, S. 167 bis 187. Fast unverändert abgedruckt („Die Seitenverschiebung der Flüsse und ihre Ursachen") in Gaea, 17. Jahrgang, 1881, S. 705—719.

Digitized by Google

dieses je nach dem im alten Bette oder teilt sich in zwei und mehr Zweige. Dies die Wiege der Gabelungen der Flußläufe, welche dem Menschen oft so viel Kopfzerbrechen verursachen."

Was für die Gebirgsbäche gilt, trifft — wenn auch in entsprechend geringerem Maße — für die Flüsse und Bäche der Ebene zu. Die große Aa ist mit ihrem weit größeren Gefälle als die Oberems wohl mit einem Gebirgsbache zu vergleichen, der seine Mure im inneren Winkel aufhäuft, sich so allmählich den Weg selbst versperrt und seine Mündung flußabwärts verlegt. Diese Murenbildung war die eine der Ursachen, daß die große Aa ihren alten Lauf in der Richtung Plantlünne-Hesselte und weiter zur Oberems verließ und allmählich stromabwärts nach Elbergen und Hanekenfähr verschob. Bei Elbergen sieht man den Schuttkegel der großen Aa, der bei der Kanalisation durchschnitten worden ist, als breite Terrasse daher jetzt dem linken Emsufer vorgelagert. Die zweite Ursache, daß die große Aa das Bett ihres Unterlaufs und damit auch die Mündung verlegte, war die Stoßkraft der kleinen Aa, die, durch die reichliche Murenbildung unterstützt, jetzt viel kräftiger zur Geltung kommen konnte. So mußten die vereinigten Wasser der großen und kleinen Aa endlich die Richtung der großen Aa verlassen; sie wurden in die Richtung der kleinen Aa — Nord 30 Grad zu West — gezwängt. Infolgedessen wurde die träge fließende Ems von der großen Aa in einem viel kleineren Winkel getroffen, nämlich in einer Richtung, die nur 30 Grad von der nördlichen abweicht[1]). Dies konnte in dem flachen Gelände westlich von Hanekenfähr nicht ohne Wirkung bleiben. Die erste Ursache zur Bifurkation von Hanekenfähr war damit gegeben.

Durch die Bildung der Schuttkegel an der Mündung der großen Aa in die Oberems gewann die Stoßkraft der kleinen Aa derart an Wirkung, daß sie die große Aa in die Richtung Nord 30 Grad zu West zwängte und dadurch verursachte, daß die große Aa ihre Mündung nach Elbergen und Hanekenfähr verlegte. Die Stoßkraft der großen Aa wirkte fortan in der Richtung Nord 30 Grad zu West; sie war die einleitende Ursache der Bifurkation von Hanekenfähr und der dadurch hervorgerufenen Verlegung des Emslaufes.

Ein anderer Faktor, der auf das Rücken der Flußläufe sogar im Bereiche weiter Länderstrecken von großer Einwirkung sein kann, ist der Wind, der besonders bei schwach fließenden Strömen eine Wasserversetzung nach der Leeseite hervorruft, namentlich dann, wenn die herrschende Windrichtung den Flußlauf unter einem spitzen Winkel trifft. Daher führt man die dauernde Rechtswanderung des Amu, die

[1]) Man darf diese Stoßkraft einmündender großer Nebenflüsse nicht, wie das oft geschieht, unterschätzen. Da sich das Flußbett des Hauptstromes nicht in dem Maße erweitert, die der aufgenommenen Wassermenge des Nebenflusses entspricht, so muß sich die größere Wassermenge entsprechend rascher bewegen. Die raschere Bewegung wird dadurch noch beschleunigt, daß jetzt nicht mehr die Reibung von vier, sondern nur von zwei Ufern zu überwinden ist. Je rascher aber das Wasser fließt, desto größer ist seine Transportkraft.

Digitized by Google

im Jahrhundert 5 km betragen soll, auf die sehr häufigen und starken West- und Nordwestwinde zurück. So weist Stefanović von Vilovo in seiner bereits angeführten, sehr lesenswerten Arbeit „Über das seitliche Rücken der Flüsse" in überzeugender Weise nach, wie die Donau zwischen Budapest und Draumündung — und auf der gleichliegenden Strecke ebenso die Theiß — durch den dauernden Südost nach Westen gedrängt werden [1]). Offenbar den größten Einfluß auf die Wasserverlegung hat der Wind bei den Flüssen der Ebene zur Zeit des Hochwassers. Es wird daher einer eingehenden Untersuchung bedürfen, um über die Einwirkung der Winde auf die Verlegung des Emslaufes Klarheit zu erlangen.

Bevor wir die Frequenz und Stärke der einzelnen Windrichtungen, die im Laufe des Jahres herrschen, in den Bereich unserer Betrachtung ziehen, müssen die Erscheinungen dargelegt werden, welche infolge der eigenartigen morphologisch-hydrographischen Verhältnisse der Nordsee von den östlichen und westlichen Winden verursacht werden. Dabei muß stets im Auge behalten werden, daß der große Einfluß, den östliche und westliche Winde auf die Fluthöhe der südlichen Nordsee ausüben, auch auf die Wasserstandsverhältnisse der Flüsse in entsprechendem Maße zurückwirkt, weil bei hohem Nordseewasserstande das Flußwasser nicht zur Nordsee abströmen kann, sich zuerst in der Mündung und sehr bald auch bedeutend weiter stromaufwärts staut. Das so herbeigeführte Hochwasser tritt an den flachsten, niedrigsten Uferstellen aus und wirkt nun vermöge der Reibung, durch welche die unmittelbar über der Uferlinie lagernden Wasserteilchen von den im Flußbett talwärts strömenden Wassermassen flußabwärts gezogen und gezerrt werden, also umgestaltend auf die Ufer ein. Trifft nun der Wind so auf die Wasserfläche, daß das überschwemmte Ufer an der Leeseite liegt, und der Wind im spitzen Winkel zur Stromrichtung talwärts weht, so wirkt er auf diese Zerstörungsarbeit des Überschwemmungswassers unmittelbar mechanisch fördernd ein. Diese Einwirkung des Hochwassers auf die Gestaltung der Flußufer äußert sich um so eingreifender und dauernder, je kräftiger und anhaltender jene Winde den Wasserstand der südlichen Nordseeküste beeinflussen. Je höher also der Wasserstand des Flusses ist, desto größer ist die Wirkung des auf die Stromverlegung hinarbeitenden Windes.

Das große Ventil der Nordsee ist die Meerespforte von Dover. Durch diese dringt gegen die südlichen und südöstlichen Küsten der Nordsee die gewaltige Flutwelle des atlantischen Meeres. Es liegt auf der Hand, daß die südwestlichen und westlichen Winde auf das Eindringen der Flutwelle beschleunigend einwirken und weit bedeutendere Wassermassen durch die westliche Eintrittspforte in die Nordsee führen helfen als eine für die Flutwelle indifferente Luftbewegung [2]). Bei einer

[1]) Da die Donau auch auf anderen Strecken ihren Lauf seitlich verlegt — so von der Mündung bis Semlin nach Südwesten —, vergleicht Ed. Sueß sie sehr treffend mit einer zwischen zwei festen Punkten aufgehängten Kette.

[2]) Ich konnte jahrelang auf Norderney beobachten, in welch hohem Maße ein nur unbedeutender westlicher Luftzug schon fördernd auf die Fluthöhe einwirkt, so daß ich anfangs darüber ganz erstaunt war.

Digitized by Google

schlanken Brise aus Südwesten werden ganz gewaltige Wassermengen in die südliche Nordsee geworfen, so daß sie nur noch einen Teil des einströmenden Flußwassers aufzunehmen vermag, während der andere Teil sich im Unterlauf der Flüsse zwischen den Deichen aufstaut und hier bei unerwartetem Eintreffen im Juni und Juli das auf den Außendeichlanden abgemähte Gras oder halbtrockene Heu wegschwemmt [1]). Daher wird die Stadt Leer nach mehrtägigem Südweststurm in ihren niedrigsten, am Ledaufer gelegenen Teilen regelmäßig von einer Überschwemmung bedroht. Bei dauernden, nicht einmal stürmischen Südwestwinden und ergiebigen Niederschlägen wird darum auch stets die große ostfriesische Wiesenfläche im Binnenlande der Endmoräne von Tergast im Gebiete der Grundmoränenseeen von Forlitz überschwemmt. Der Landmann hofft dann auf guten Ostwind, der ihm sofort beinahe wie mit einem Zauberschlage die Wiesen trocknet; denn der Südwest läßt das Wasser nicht durch die Schleusen der Bäche und die Emsmündung zur See abfließen und staut es daher in jener niedrigen, zu einem beträchtlichen Teil unter Normalnull liegenden Gegend auf.

Sobald nun durch die südwestlichen Winde die Flußmündungen gleichsam halb verstopft werden, kann auch aus dem mittleren und oberen Stromgebiet das Wasser nicht in ungestörter Weise der Mündung zufließen; es staut sich auch in einem gewissen Grade auf. Also erhöht sich hier ebenfalls der Wasserspiegel infolge anhaltender südwestlicher und westlicher Winde.

Dauernde südwestliche und westliche Winde führen einen erhöhten Wasserstand nicht nur in den Flußmündungen, sondern auch im mittleren und oberen Stromgebiet der in die Nordsee mündenden Flachlandflüsse und Bäche herbei.

Das entgegengesetzte Extrem der die Fluthöhe beeinflussenden Winde ist der Ost. Schon ein kaum merkbarer Luftzug aus Osten führt eine weit schwächere Flut herbei, weil er dem Eindringen der Flutwelle durch das Tor von Dover hinderlich ist. Es ist wiederholt vorgekommen, daß infolge dieser Wirkung des Ostwindes die Schiffsverbindung mit dem Festlande auf der ganzen ostfriesischen Inselreihe von Borkum bis Wangeroog unterbrochen war, weil wegen des so sehr niedrigen Wasserstandes kein Schiff über das seichte Wattenmeer gelangen konnte. Dieser Ostwind trocknet im Wiesengebiet dem Landmann sofort das überschwemmte Grasland. Der tiefe Wasserstand in der südlichen Nordsee verursacht eine erhöhte Tätigkeit der Bäche und Flüsse, die nun viel rascher ihr Wasser der Nordsee zuführen können und daher bis ins obere Stromgebiet hinein einen niedrigen Wasserstand zeigen.

Anhaltender Ostwind erniedrigt den Wasserstand in den Flachlandflüssen und Bächen der südlichen Nordseeküsten bedeutend.

[1]) Dreht sich ein mehrtägiger straffer Südwest allmählich nach Westen und dann nach Nordwesten, so wird der ganze mächtige Wasserschwall auf die Süd- und Südwestküsten der Nordsee geworfen. So entstanden stets die furchtbaren Sturmfluten, welche seit Menschengedenken so unsägliches Elend über die friesischen Küstenstriche gebracht haben.

Digitized by Google

Für diese Tatsachen bilden eine der gegenwärtigen ähnliche Luftdruckverteilung im nordwestlichen Europa, begründet in den jetzigen Zugstraßen der barometrischen Depressionen, und die Existenz der Pforte von Dover allerdings die Voraussetzung. Doch fällt das erste Moment am schwersten ins Gewicht. Denn auch unter Voraussetzung der die Kontinentalität Großbritanniens bedingt habenden Kreidebarre zwischen Dover und Calais kann eine wesentliche Beeinflussung der hydrographischen Verhältnisse der Nordsee, insbesondere der Gezeitenwelle, durch westliche und östliche Luftströmungen, die das ozeanische Wasser zwischen Schottland und Skandinavien mit herein- und hinausführten, nicht ganz in Abrede gestellt werden, so daß schon damals — freilich in wesentlich vermindertem Maße — die Bedingungen für die Stromverlegung gegeben waren.

Nachdem wir die Einwirkung der Winde auf den Wasserstand der in die Nordsee mündenden Bäche und Flachlandflüsse als zwei Faktoren kennen gelernt haben, welche noch bei der unten gegebenen Frequenztabelle der Winde in Ansatz zu bringen sind, um einer fehlerhaften mechanischen Benutzung derselben vorzubeugen, möge über die Frequenz und Stärke der Winde der Bericht eines Autors angeführt werden, der jahrzehntelang in Emden meteorologische Beobachtungen gemacht hat; es ist Prestel. Wir dürfen die Emder Beobachtungsergebnisse ohne Bedenken für die ganze Emsstrecke von Emden bis Rheine unseren weiteren Betrachtungen zu Grunde legen, weil doch aus leicht erklärlichen Gründen ein wesentlicher Unterschied in Häufigkeit, Stärke und Wirkungen der Windrichtungen nicht bestehen kann. Um eine ausreichende Basis für weitere Folgerungen zu finden, zitiere ich die Frequenztafel aus dem Abschnitt „Die Winde über der Nordseeküste“ aus M. A. F. Prestel, Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland. Emden 1872. Th. Hahn We. Auf S. 417 heißt es darüber:

„Die Winde über der Nordseeküste. Die Zahlen in der folgenden Tafel, welche in einer Horizontalreihe stehen, drücken das Verhältnis aus, in welchem die verschiedenen Windesrichtungen in jedem Monate durchschnittlich vorkommen, wenn die Summe der sämtlichen Winde des Monats gleich 100 angenommen wird.

„Die in den Vertikalspalten untereinander stehenden Zahlen geben an, in welchem Verhältnis die Häufigkeit des Vorkommens der über jeder Spalte angegebenen Windesrichtung von Monat zu Monat sich ändert. Die folgenden Zahlen sind aus 32 830 Beobachtungen berechnet, welche in Emden 30 Jahre lang von 8 zu 8 Stunden ununterbrochen aufgezeichnet wurden.“ (Tabelle auf der folgenden Seite.)

Nachdem die große Aa bei Hanekenfähr die Bifurkation eingeleitet hatte, halfen die Winde die völlige Verlegung des Emslaufes vollenden. Die Stoßkraft der großen Aa wirkte in der Richtung Nord 30 Grad zu West; dahin wurde also der durch die Bifurkation entstandene jüngste Arm, der die jetzige Ems bildet, von Hanekenfähr ab vorwärts getrieben. Die beiden Hauptverbindungsarme zur Vecht, die wir als älteren und jüngeren Verbindungsarm bezeichneten, flossen anfangs westwärts, dann nordwestwärts. Darum scheiden Nordwest- und Nordwind

Digitized by Google

Ergebnis aus den auf den Wind gerichteten Beobachtungen in Emden.

	Ost	Süd-ost	Süd	Süd-west	West	Nord-west	Nord	Nord-ost
Januar	25,74	11,47	12,80	25,38	11,39	5,38	2,79	5,05
Februar	17,89	9,32	10,42	18,69	16,93	10,67	6,56	9,52
März	15,56	9,98	6,68	19,02	15,35	13,95	7,78	8,67
April	19,52	9,36	7,21	16,13	10,24	12,09	11,74	13,71
Mai	17,00	6,41	8,01	15,08	10,46	11,17	15,48	16,38
Juni	8,72	5,67	8,94	21,34	18,02	14,34	13,37	9,61
Juli	5,71	4,55	10,21	23,95	22,02	16,53	9,47	7,51
August	9,46	5,99	8,77	25,01	20,32	13,72	8,68	8,03
September . . .	16,59	8,96	12,84	20,08	14,56	10,81	8,11	8,11
Oktober	15,68	10,83	14,43	24,48	17,59	7,41	5,07	4,51
November . . .	20,58	13,26	15,94	21,34	11,38	5,89	4,78	6,83
Dezember . . .	18,95	8,92	13,26	26,71	17,04	5,47	4,00	5,65
	191,40	104,72	129,51	257,21	185,30	127,43	97,83	103,58

(Um den Gebrauch dieser Prestelschen Tabelle für unsere Zwecke zu erleichtern, wurde unten die Jahressumme der einzelnen Windrichtungen hinzugefügt.)

als indifferent für die Einwirkung auf die Wasserverlegung aus. Auf die Stromverlegung wirkten:

nach rechts			nach links	
Westwind . . .	185,30		Ostwind	191,40
Südwest	257,21		Südost	104,72
Süd	129,51		Nordost	103,58
	572,02	zu		399,70
gekürzt	143	zu		100.

Wir sehen, daß ohne Rücksichtnahme auf die äolischen Faktoren der Wasserstandshöhe nach rechts eine fast anderthalbmal so große Kraft wirkt als nach links. Scheiden wir aber die infolge ihres großen Einfallswinkels am wenigsten wirksamen Windrichtungen, nämlich den Westwind und den Nordost aus, so bleiben wirksam:

nach rechts			nach links	
Südwest	257,21		Ost	191,40
Süd	129,51		Südost	104,72
	386,72	zu		296,12
gekürzt	130	zu		100.

So wirkte nach rechts eine um fast ein Drittel größere Kraft als nach links. Rechnen wir dazu noch die oben dargelegten Wirkungen der südwestlichen und der östlichen Winde, so ist klar ersichtlich, daß den südwestlichen Winden eine wesentliche Mitwirkung bei dem Rücken der Ems und der Vecht (zwischen Brandlecht und Neuenhaus) zugesprochen werden muß.

Die südwestlichen Winde wirkten mittelbar infolge des von ihnen herbeigeführten sehr hohen Wasserstandes und unmittelbar durch ihre den entgegengesetzten Winden

Digitized by Google

wesentlich überlegene Summe mechanischer Kraft auf die Stromverlegung ein. Sie waren die zweite Hauptursache der Verlegung des Ems-, Hase- und Vechtlaufes nach rechts.

Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß infolge der Mündungsrichtung der Vecht gegen Westen ihre Wasser durch westliche Winde noch höher aufgestaut werden mußten als beispielsweise die der nordwärts mündenden Weser, weil doch den Weserwassern alsdann durch die an der schleswig-holstein-jütischen Küste entlang nach Norden drängende Strömung immerhin noch ein gewisses Maß von Absaugung geboten war. Dem Wasser der Vecht aber war bei westlichen Winden auch jedweder Ausgang in die Nordsee völlig versperrt. Dazu kam, daß der Fluß auf langer Laufstrecke diesen auf die Stromverlegung hinarbeitenden Winden seine ganze Strombettbreite preiszugeben gezwungen war. Bei seitlichem Einfallen des Windes wird seine Kraft durch die die Wasserfläche doch meist überragenden Ufer stets etwas abgeschwächt, bei diesem Frontangriff jedoch nicht.

Auf breitester Reibungsfläche entwickelten die auf die Stromablenkung hinarbeitenden Winde sowohl die größte Reibungsintensität als auch den höchsten Wasserstand und damit das höchste Maß ablenkender Kraft.

Nun haben uns namentlich die Hochgebirgsbäche gelehrt, daß es gerade die Hochwasserkatastrophen sind, welche auf die Veränderungen der Flußbetten den größten Einfluß ausüben, weil durch die langsam und kontinuierlich sich vollziehenden Veränderungen bei mittleren Wasserständen in vielen Jahrzehnten bei weitem nicht die Energieäußerung aufgewogen wird, die ein einziges Hochwasser in wenigen Stunden herbeizuführen vermag. Es wird daher nicht zu gewagt sein, gerade den durch die Südweststürme heraufbeschworenen Hochwassern der Urvecht und Urems eine besonders ausschlaggebende Rolle bei den stattgehabten Stromverlegungen zuzuschreiben. In dieser Beziehung gibt eine Tabelle der Nordseestürme außerordentlich zwingende Beweisgründe dafür, daß das Urvechtsystem einer großen Zahl von alljährlich auf sie eröffneten, stoßweise zu außerordentlicher Kraftäußerung anschwellenden Angriffen durch die aus dem Südwestquadranten hervorbrechenden Stürme und ihre Folgeerscheinungen in den Flutverhältnissen der Nordsee in hohem Grade ausgesetzt war. Die Tabelle, welche dem Weser-Ems-Stromwerk [1]) entnommen ist, enthält folgende Angaben:

Zahl der Sturmtage im Dezennium 1878—87.

Quadrant	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Insgesamt
Nordost	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	5
Südost	—	1	4	—	—	—	—	—	1	—	2	2	10
Südwest	15	2	6	1	1	—	—	4	1	7	9	12	58
Nordwest	4	2	5	—	—	1	1	1	1	9	1	3	28
Überhaupt	21	6	15	1	1	1	1	5	3	16	13	18	101

[1]) H. Keller, Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Berlin, Dietrich Reimer, 1901. Bd. I, S. 116.

Digitized by Google

Demnach gehören von 101 Stürmen allein 58 dem Südwest-Quadranten an, also fast drei Fünftel der Gesamtzahl.

Man wird es daher durchaus erklärlich finden, daß der Bau des Urvechtsystems den stets sich erneuernden heftigen Angriffen der westlichen Luftströmungen schließlich nicht mehr Stand zu halten vermochte und — weil auch die physiographischen Verhältnisse des Geländes den Ufern keine dauernde zähe Stütze zu bieten vermochten — mit Naturnotwendigkeit von ihnen zerschmettert werden mußte[1]).

Wer in der Eisenbahn zum ersten Male das Emsland von Rheine bis Papenburg durchfährt, der wundert sich über die Trostlosigkeit dieser Gegend, in der die schwarze Farbe, hervorgerufen durch die dunkle Calluna und die düstere Kiefer, den unausrottbaren Grundton bildet, der an manchen Stellen durch die gelblich leuchtenden Flanken der Dünen nur schwach unterbrochen wird. Dieses trostlose, niederdrückende Moment in der Physiognomie der ganzen Gegend verdankt seine Alleinherrschaft den großen Flugsandanhäufungen, die wir im ganzen mittleren Emsgebiet finden, ganz besonders im Becken der großen Aa, am linken Ufer der Ems und im Gebiet der Vecht und Dinkel. Sie entstammen dem jüngsten Gliede des glazialen Diluviums, dem Späthvitåglazial, das infolge später zu erörternder Ursachen in der ganzen mittleren Emsgegend in einer bedeutenden Mächtigkeit entwickelt ist. Ich konnte mich an mehreren Stellen überzeugen, daß auch das Ackerland nur eine Bindung und Kultivierung des Flugsandes ist, so beispielsweise in Hesepe bei Brandlecht, wo ich an einem tiefen Aufschluß über dem nach oben deutlich abgegrenzten ungestörten Späthvitåglazial 1,20 m Flugsand, darüber 40 cm Ackerkrume festzustellen vermochte. Im frischgegrabenen Bette des Nordhorn-Almelo-Kanals, aus dem nur Flugsand gefördert wurde, fand man südlich von Nordhorn in einer Tiefe von 5 m ein kleines, flaches Torflager, das bei meinem Besuche soeben ausgehoben worden war, so daß mir genau die Lagerungsstätte gezeigt werden konnte. Man teilte mir mit, daß man auf der fertigen, 3 km langen Strecke von Nordhorn bis Frensdorfer Haar beim Graben des Kanals nichts als diesen gelblichen Flugsand gefördert habe. Bei der Grenzstation Frensdorfer Haar baute man 100 m diesseit der holländischen Grenze eine Schleuse. Ich sah hier den Flugsand und das Späthvitåglazial — die Grenze beider ließ sich nicht feststellen — über 8 m tief abgeteuft. Da man nicht tiefer grub, ließ sich die Mächtigkeit bis hinab zur Grundmoräne leider nicht ermitteln. In den Dünen von Frensdorfer Haar trifft man Landschaftsbilder, die den charakteristischsten Dünenpartieen der ostfriesischen Inseln vollwertig an die Seite gesetzt werden können. Selbst Ammophila arenaria fehlt hier nicht; nur bildete der auf allen alten Dünen prächtig gedeihende Wacholder ein fremdes Florenelement im Vergleiche mit den insularen Dünenlandschaften. Bei manchen nicht zu alten Dünen zeigte sich gegen Westen ein wesentlich steilerer Abfall als gegen Osten, wohin also beim Aufbau dieser Dünen die Luvseite

[1]) Die ostdeutschen Flüsse frieren im Winter oft lange zu, die westdeutschen Flüsse manchmal kaum und stets bedeutend kürzere Zeit. So wirken hier die Winde viel bedeutender auf die Umgestaltung der Flüsse ein als in Ostdeutschland.

Digitized by Google

gerichtet gewesen sein muß. Wegen der Durchlässigkeit der bedeutenden Sandschicht findet man hier neben den nach den Dörfern dieser Flugsandgegenden führenden Wegen auch keine Abzugsgräben. Die Wege sind in der primitivsten Weise angelegt, indem sie nichts anderes als eine ausgefahrene alte Wagenspur darstellen. Nur dann, wenn die Sandschicht mit Wasser gesättigt ist, bilden sich Wassertümpel, wie ich sie westlich von Elbergen sah, wo die mit Heide bewachsenen, flachen Flußbetten der Einzelarme des jüngeren (nördlichen) Hauptverbindungsarmes der Ems durch die Wasseransammlungen in der eintönig braunen Heide sich deutlich verrieten.

Betrachten wir nun die Tafel über Häufigkeit und Stärke der Winde, so fällt uns der Südwest mit seiner Ziffer 257,21 auf, die rund $^{13}/_{60}$, also annähernd das Viertel der äolischen Gesamtkraft repräsentiert, welche die bewegliche Sandfläche bearbeitet. Er wäre auch ohne Zweifel der größte Dünenbildner, wenn er nicht durch die von ihm herbeigeführten Feuchtigkeitsmengen dem Sande seine Flugkraft völlig nähme. Aus diesem Grunde tritt seine umgestaltende Wirksamkeit als Dünenbildner derjenigen mancher anderen Winde gegenüber sehr in den Hintergrund.

Da sich die angezogene Tabelle für diese Untersuchungen unbrauchbar erweist, wenden wir uns in das naheliegende klassische Land der Dünenbildung, nach den ostfriesischen Inseln. Unsere Beobachtungen überzeugen uns bald von der Ohnmächtigkeit des Südwestwindes beim Aufbau von Dünen. Hier lernen wir dann den Ost und Nordost als diejenigen Winde kennen, die in oft staunenerregender Weise beim Aufbau und Abbruch der Dünen wirksam sind. Diese Beobachtungen lehren uns die so oft unterschätzte Bedeutung des Windes als bedingenden Faktor in der Umgestaltung der Erdoberfläche erst vollauf würdigen [1]). Der über die weiten Landräume unseres Kontinents wehende trockene Ost bedingt einen solch geringen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, daß der Sand in seinen obersten Schichten sehr bald völlig ausgedörrt und alsdann aufgewirbelt wird. Es liegt auf der Hand, daß durch die Austrocknung des Sandes dessen Transportfähigkeit für Winde in einem außerordentlichen Maße erhöht wird. Jede Windrichtung wirkt auf die Bewegung des Flugsandes ein, der Ost und Nordost jedoch in einem nach Maßgabe ihrer größeren Austrocknungsfähigkeit entsprechend höheren Grade. Namentlich sie sind es gewesen, die die Wüstenbildungen im Kreise Lingen und Bentheim [2]) verschuldet haben. Die Ost- und Nordostwinde waren es auch, die, aus den Gebieten östlich von der Ems und vom rechten Emsufer den Flugsand westwärts werfend, den ganzen langen Flugsandwall von Emsbüren und Leschede an bis hin zur ostfriesischen Grenze links von der Ems aufhäuften, durch diese gewaltigen Dünenbildungen das etwa 80 km

[1]) Die beim Baue des Nordhorn-Almelo-Kanals beschäftigten Beamten waren über die Wirkungen des Windes hinsichtlich der Flugsandanhäufungen sehr erstaunt, als sich Ende April 1903 herausstellte, daß bei Nordhorn in vier Wochen vom Winde über 150 cbm Flugsand wieder in das Bett des Kanals geworfen worden waren, die nun wieder herausgeschafft werden mußten.

[2]) Mit den volkstümlichen Bezeichnungen der „Engdener Wüste“ und „Emlichheimer Wüste“.

Digitized by Google

lange Bourtanger Moor an der Abwässerung nach der Ems hin verhinderten und damit in die Entwicklung dieses Moores, das im Westen durch den Hondsrüg abgeschrankt wird und im Süden durch die Stromverlegung auch noch die Grenzwasserlinie der alten Hase einbüßte, wesentlich fördernd eingriffen. Die durch Ost und Nordost fortgewehten Flugsandmassen konnten um so leichter die alten Verbindungsarme zwischen Oberems und Vecht und Hase und Vecht verstopfen, als dann auch der Wasserstand gerade ein besonders niedriger war infolge der Einwirkung dieser Winde auf die Flutverhältnisse der Nordsee und der Flachlandflüsse.

Durch die von Osten und Nordosten herbeigeführten Flugsandmassen wurde das Bourtanger Moor von der Ems abgeschrankt und damit in seiner Entwicklung wesentlich gefördert. Ost und Nordost halfen dadurch, daß sie die alten Verbindungsarme zwischen Oberems und Vecht und Hase und Vecht durch hergewehten Flugsand nach und nach verstopften, die Stromverlegungen und damit die Entwicklung des jetzigen Emssystems allmählich vollenden.

3. Die glazialen Stromtäler westlich von der Weserlinie als Grundlinien des Ems- und Vechtsystems.

Über die eiszeitlichen Verhältnisse im mittleren Wesergebiet finden sich beachtenswerte Hinweise in E. Kokens interessanter Abhandlung „Beiträge zur Kenntnis des schwäbischen Diluviums“ [1]) S. 123: „Die Auffüllung des Tales (der mittleren Weser) fällt in die maximale Eiszeit. Damals drang ein Arm, ein Ausläufer des nördlich vom Wesergebirge lagernden nordischen Eises, durch die Porta (welche schon existierte) bis in die Gegend von Herford vor und staute den Fluß auf, der nun das ganze Tal mit Geröllen füllte. Wir können sie über Bodenwerder, Hameln und entlang des Wesergebirges verfolgen, bis sie sich mit dem Moränenmaterial des nordischen Eindringlings mischen und jene große Schutthügellandschaft zwischen Hausberge und Vlotho bilden. Mehrere seitliche Ausbrüche der Weser sind aus jener Zeit an hinterlassenen Geröllen nachweisbar. Besonders wichtig für die Hydrographie wurde anscheinend der Weg längs des Wiehengebirges, als der Portagletscher sich aus jener Gegend schon zurückgezogen hatte. Sobald die Porta frei wurde, ging infolge des hier verstärkten Gefälles die Ausfurchung rapide vor sich. Die interglazialen Schichten und Braunkohlen der ‚Zeche Nachtigall‘ bildeten sich in toten Läufen eines Stromes, der nur noch wenig über der jetzigen Talsohle floß.“

Die Vermutungen Kokens werden durch R. Struck bestätigt. Er sagt [2]): „Zu jener Zeit, als die wohl gleichaltrigen Endmoränen bei

[1]) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. XIV. Beilageband. Stuttgart 1901. Verfasser macht darin den oben zitierten Exkurs ins Diluvium der Weser.

[2]) R. Struck, Der baltische Höhenrücken in Holstein. Mitteilungen der geogr. Gesellschaft in Lübeck 1904. 2. Reihe, H. 19, S. 92.

Digitized by Google

Hameln und innerhalb der Porta gebildet wurden, konnte die Weser nicht nach Norden durch letztere abfließen, sondern ward gezwungen, einen anderen Weg einzuschlagen, und zwar floß sie in dem zwischen der Weserkette und dem Teutoburger Walde gelegenen 4—5 Meilen breiten Gebiete, ‚das als ein breites Verbindungstal zwischen Weser- und Emstal' [1]) erscheint und welches jetzt von der Werre und ihrem Nebenflusse Else, sowie der Hase durchströmt wird, zur Ems."

So lange nun noch die Porta nach dem Zurückweichen des Eises mit dem getrockneten, zähen Material der Grundmoräne wie mit einer Betonmasse ausgefüllt und für den Wasserdurchfluß verstopft war, sowie bei späteren Hochwassern, suchten die Wasser dieser reichlich gespeisten glazialen Weser die dem Teutoburger Walde und Wiehengebirge im Süden, Westen und Norden vorgelagerte Ebene stets da zu erreichen, wo der Gebirgswall ihnen einen Ausweg bot. Daher spaltete sich bei Löhne ein Arm nach Süden ab, floß bis Herford im Werretal, dann im Tal der westfälischen Aa bis Bielefeld, wo ihm ein flaches Gebirgstor den Abfluß nach Südwesten ermöglichte. Weiterhin wird das Bett dieses glazialen Weserarmes repräsentiert durch das Tal der Lutter, der Ems bis Telgte, der Münsterschen Aa und der Berkel, die bei Zütphen in die Issel mündet.

Ein östlicher Arm nahm seinen Weg das Werretal hinauf an Lage vorbei durch die Döhrener Schlucht und floß im Bette des Sennebaches, der später infolge seiner Stromverlegung zur oberen Ems kam, ursprünglich der Lippe zu. Ein westlicher Arm durchströmte die Pforte von Borgholzhausen und das Tal der neuen Hessel und mündete bei Warendorf in den glazialen Hauptweserarm ein. Elbert registriert [2]) ein Geröll der rotbraunen Varietät des unterdevonischen Kiesel- oder Wetzschiefers aus dem Harzgebiete, das er als Weserfluviatil nördlich vom Teutoburger Walde bei Borgholzhausen fand.

Zwischen der Werse, jenem linken Nebenflusse der Ems, der die Stromablenkung aus dem glazialen Stromtal nach Norden bewerkstelligte und von hier aus Richtung bestimmend auf die Ems einwirkte, und dem Emslaufe oberhalb der Wersemündung stellt Elbert (a. a. O. S. 111) folgende interessante Vergleichung an: „Die Werse bildet zum Oberlaufe der Ems bis zur Einmündung der Werse in dieselbe einen merkwürdigen Gegensatz. Während bei der Ems die Seitenerosion vorherrscht, findet sich bei der Werse eine ausgesprochene Tiefenerosion. Ihr Bett ist breit und tief in die Diluvialbildungen, selbst bis zum Kreidegebirge hinab eingeschnitten und besitzt steile Uferböschungen mit deutlichen Abschnittprofilen. Dies bedingt den Wasserreichtum auf der Strecke von Wolbeck bis hinter Handorf, der zum Teil von den zahlreichen unterirdischen Zuflüssen herrührt. Kurz vor der Einmündung der Werse in die Ems, in der sogen. Haskenau, der Hauptfundgrube für die fossilen Tiere, verengert sich

[1]) Römer, Die jurassische Weserkette. Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft 1857, S. 673.

[2]) Dr. Johs. Elbert, Über die Altersbestimmung menschlicher Reste aus der Ebene des westfälischen Beckens. Korrespondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte 1904, S. 108.

Digitized by Google

ihr Bett, wird flach, so daß man in ihr den Nebenfluß der Ems erblicken mußte. Dieser Gegensatz, welcher zwischen dem Oberlauf der Ems und der Werse einerseits besteht und die Harmonie, die im Baue zwischen dem Werse- und dem mittleren Emstale nördlich von der Einmündungsstelle andrerseits existiert, drängen uns zu der Annahme, daß die Werse zur Zeit des Altalluviums der Oberlauf der Ems gewesen ist." In diesem letzten Punkte muß ich Elberts Ansicht widersprechen. Da der Werse eine bedeutend größere Erosionskraft innewohnt als der träge dahinfließenden oberen Ems, kam sie bald dazu, an ihrem Vereinigungspunkte mit der oberen Ems diese ins Schlepptau zu nehmen, sie aus ihrer Westrichtung nordwärts zu verdrängen, so daß die Ems statt früher von Telgte westwärts über Handorf zum Berkeltale, jetzt von Telgte nordwestwärts nach Fuestrup fließt, wo sie sich nun mit der Werse vereinigt, die also vermöge ihrer intensiveren Stoßkraft die obere Ems von Handorf bis Fuestrup nordwärts verschleppt hat und auch weiterhin für die Nordnordwestrichtung bis Rheine der bedingende Faktor geworden ist. Die äolischen Kräfte setzten nun nach Verödung des glazialen Stromtales von Telgte bis zur oberen Berkel sofort ein, um es mit Flugsandanhäufungen zu erfüllen und so möglichst zu verwischen.

Die am Südfuße des Wiehengebirges einst westwärts fließende glaziale Weser teilte sich im Triasbecken von Osnabrück in mehrere Arme; drei von ihnen wandten sich nordwestwärts, der vierte, weitaus bedeutendste (die jetzige Hase) aber nach Norden. In der Streichungsrichtung des Teutoburger Waldes entquellen dem Becken von Osnabrück jetzt drei Bäche, deren Strombetten so gleichlaufend als ihre Namen gleichlautend sind. Es ist die (nördliche) kleine Aa, die große Aa und die (südliche) Ibbenbürener Aa. Die große Aa vereinigte dann bei Hesselte die gesamten Wasser und floß ursprünglich in westlicher Richtung im Verein mit der Oberems zur Vecht, die Engdener Wüste durchquerend, wie oben erörtert wurde.

Über den Rückzug des Inlandeises aus dieser Gegend macht Elbert folgende Ausführungen[1]):

„Wie uns durch die Untersuchungen Martins und der holländischen Geologen zur Genüge bekannt wurde, haben wir trotz der Abweichung von der üblichen Auffassung[2]) auch in diesem Gebiete Endmoränen. Durch die Auffindung weiterer Eisrandbildungen ist es nun möglich, einige Randmoränenzüge zusammenzustellen. Um von ihnen die richtige Auffassung zu haben, muß man sich erstens daran erinnern, daß man es hier mit den letzten Ausläufern des Inlandeises d. h. eines von geringer Mächtigkeit zu tun hat; zweitens, daß die Abschmelzung vor allem auf äußere Einflüsse zurückzuführen ist, und drittens, daß die Akkumulation zumeist in großen Wasserbecken vor sich ging. Hierin muß man die Erklärung für den Umstand sehen, daß die Endmoränen meist unbedeutend und unvollständig sind, aber in Verbindung

[1]) a. a. O. S. 109.

[2]) Martin hat mit Recht die aus Rheinfluviatil als Akkumulationswälle am Eissaume entstandenen Höhenzüge als Pseudoendmoränen bezeichnet.

Digitized by Google

mit großen Sandrn[1]) stehen. Während nämlich an einigen Stellen des Eisrandes durch die Tätigkeit der Gletscherströme Geröllendmoränen entstanden, schmolz an anderen durch beständige Verdunstung bis zur Lobenbildung das Eis zurück. Da sich die Schmelzwasser in den großen beckenartigen Vertiefungen sammelten, entstanden bald ausgedehnte Stauseeen, zum Teil auch durch ein- oder zweiseitigen Eisaufstau, bald bildeten sich auf ebenem Gebiete große Übersandungsflächen mit zahlreichen Flüssen und kleineren Wasserbecken; beide Formen repräsentieren einen Sandr von der Endmoräne."

Bevor diese hydrographischen Linien der drei Aaen entstehen konnten, bildete diese Gegend einen großen Stausee, über welchen Elbert (a. a. O. S. 109) folgendes sagt: „Die Weser mündete zu dieser Zeit in einen großen Stausee, der in der Gegend zwischen Rheine, Lingen, Fürstenau und Bramsche lag. Auf der Nordseite lag der Eisrand fest und bildete eine ausgedehnte Geröllendmoräne, die sich als breiter Streifen von Lingen über Thuine, Fürstenau bis in die Gegend von Ankum zog."

Westlich vom Fürstenauer Stausee lag der große Vechtstausee, von dem Elbert sagt (a. a. O. S. 110): „Mit dem Zurückweichen des Eisrandes von der Stillstandslage[2]) Ootmarsum, Ülsen, Itterbeck tritt der Fürstenauer Stausee mit dem über Nordhorn bis nach Holland hineinziehenden Vechtstausee in Verbindung, der bei weiterem Eisrückzuge bis zur Stillstandslage der Endmoräne von Wesuwe (und Ruitenbrook) und von Groningen die Âsar der Gegend von Winschoten und Scheemda, außerdem das ausgedehnte Gebiet des Bourtanger Moores und weitere große Gebiete Hollands umfaßte."

Aus den orographischen Verhältnissen der Gegend des Vechtstausees müssen wir folgern, daß seine Wasser zum geringeren Teile nordwestwärts an der Ostflanke des Hondsrüg entlang und an Groningen vorbei durch die jetzige Lauwerszee und das zwischen Ameland und Schiermonnikoog gelegene Seegat Abfluß zur Nordsee fanden. Weitaus die Hauptmasse der Schmelzwasser strömte unmittelbar nach Westen ab und grub so das jetzt noch von der Vecht benutzte glaziale Stromtal, das durch die auf demselben Wege erfolgte Entleerung des Fürstenauer und des Quakenbrücker Stausees noch mehr vertieft und verbreitert wurde.

Der aus dem Osnabrücker Becken nordwärts sich abzweigende Arm der glazialen Weser wird durch den Lauf der Hase bis zu deren ursprünglicher Einmündung in die Vecht bei Gramsbergen repräsentiert. Dieses glaziale Stromtal hat sich ebenfalls gleich beim Abschmelzen des Eises gebildet, wie schon oben bei der Besprechung des alten Haselaufes begründet worden ist. Die Orientierung der Längsachsen der Geröllâsar des Hümlings und des Dammer Âs (der „Dammer Berge") bilden untrügliche Beweismittel für die Tatsache, daß der Eissaum in der Quakenbrücker Gegend eine tiefe Einkerbung zeigte, in

[1]) Unter Sandr versteht man Sanddecken, die aus Späthvitâglazial aufgebaut sind.

[2]) J. Martin a. a. O. S. 42.

Digitized by Google

dessen Winkel sich wiederum die Schmelzwasser stauten, bis sie nach Westen Abfluß fanden (Elbert a. a. O. S. 110), so daß das Bett der Hase den Lauf der vor dem Eissaume abströmenden Schmelzwassermassen des Quakenbrücker Stausees wiederspiegelt.

Zwischen Hesepertwist und Schoonebeek gabelte sich — wenn auch scheinbar nicht dauernd, so doch ohne Zweifel periodisch zu Hochwasserzeiten — dieser Weserarm. Die weitaus größere Wassermasse blieb der alten Westrichtung treu und floß zur Vecht; der kleinere Teil der Wasser aber wandte sich auf der außerordentlich ebenen, mit fluviatilen Sanden bedeckten Fläche nördlich von Hesepertwist und Schoonebeek nordwestwärts nach Nieuw-Doordrecht, flutete breit und seicht ostseits am Endmoränenzuge des Hondsrüg entlang und ergoß sich bei der Insel Schiermonnikoog in die Nordsee. In diesem flachen glazialen Stromtal fließt jetzt die Hunse, die nordwestlich von Groningen der Insel Schiermonnikoog gegenüber in die Lauwerszee mündet.

Die Schmelzwasser des Inlandeises lagerten in den beiden Stauseeen von Quakenbrück und von Fürstenau, sowie in dem großen Vechtstausee die mitgeführten späthvitåglazialen Sande ab. Das feinkörnige Material wurde von den scharf ausdörrenden Ostwinden des Winters und Frühlings als Flugsand über die ganze Ebene am Nordwestfuße des Wiehengebirges verstreut. Daher haben wir hier im südwestlichen Teile des Regierungsbezirks Osnabrück, namentlich in den Kreisen Lingen und Bentheim, bis weit in die niederländische Provinz Overijssel hinein die gewaltigen Flugsandanhäufungen, die zu regelrechten Sandwüstenbildungen geführt haben.

Noch ein glaziales Stromtal, dessen Lauf gegenwärtig ebenfalls durch eine charakteristische hydrographische Linie trefflich gekennzeichnet wird, zweigte sich im Wiehengebirge von der Weser ab; es ist das jetzige Tal der Hunte. Durch die Pforte von Buer, jenes „die Kette bis auf ihre Grundfläche quer durchschneidende Tal der Hunte“ [1]), drangen die Weserwasser nach Norden vor, den Dümmer See und das ganze Huntetal durchströmend [2]). Bei Oldenburg wandten

[1]) Ferdinand Roemer, Die jurassische Weserkette. S. 656.

[2]) K. Martin sagt über das dabei nach Norden verschleppte Spätfluviatil in seiner Abhandlung „Silur-, Devon-, Trias-, Jura-, Kreide- und Tertiärgeschiebe aus Oldenburg“ (Abhandlungen des naturwiss. Vereins Bremen, Bd. V, S. 487—501) S. 494: „Die Jurageschiebe Oldenburgs, welche mit Bestimmtheit auf die im Süden anstehenden gleichaltrigen Schichten der Provinz Hannover hinweisen, entstammen nach obigem sowohl dem Lias als dem braunen und weißen Jura. Dem weißen Jura gehören die zahlreichen Funde von Cidaris glandifera und das mit allen Charakteren eines Geschiebes versehene Individuum von Ammonites biplex an. Es ist also diese Schicht ebenso sicher als der Lias und der braune Jura.“

Weiter heißt es in der Besprechung der aus dem Diluvium des Herzogtums Oldenburg bekannt gewordenen oberoligozänen und miozänen Petrefakten (a. a. O. S. 500): „Was den Ursprung dieser (tertiären) Gesteine und einzelner Petrefakten anlangt, so haben wir denselben wohl nicht in großer Ferne zu suchen. Im Großherzogtum Oldenburg sind zwar anstehende Schichten tertiären Alters nicht bekannt, aber unmittelbar im Süden treffen wir bei Bersenbrück eine der zahlreichen miozänen Tonablagerungen, welche sich längs der Küstenlinie den anstehenden Gebirgsschichten vorgelagert haben. Auf diesen Ursprung müssen wohl zweifellos die in Dinklage gefundenen Pleurotomen zurückgeführt werden, so wie Spatangus

Digitized by Google

sich die Wasser aber damals nicht im Knie nordostwärts der jetzigen Weser zu, sondern durchflossen, die westliche Richtung bewahrend, das Ledatal und mündeten (als jetzige Unterems) bei Borkum in die Nordsee. Später hat dann die Hunte — aus den gleichen Ursachen wie Oberems und Hase — von Oldenburg ab ihren Lauf nordostwärts verlegt, indem sie wie die Oder und die Weichsel ein Knie bildet.

Als die Weser sich wieder an das Durchschreiten der Jurapforte von Minden gewöhnt hatte, war es um ihre Bewässerung der glazialen Stromtäler bald geschehen. Das diluviale Flachland stellte der Weser keine Hindernisse mehr entgegen, und nach freier Wahl konnte sie ihrem Mündungsgebiet zufließen. Am ersten verödete wohl das durch die Bielefelder Pforte ziehende Stromtal der Lutter, Oberems, Münsterschen Aa und Berkel. Die Anhäufung fluviatiler Schotter und Sande in den Betten der vom Osnabrücker Triasbecken nach Nordwesten fließenden drei Aaen führte unter lebhafter Mitwirkung der äolischen Kräfte darauf die Verstopfung auch dieser Ausflüsse der Weserwasser herbei, während die Täler der Hase und Hunte noch längere Zeit vom Weserwasser benutzt wurden und sicherlich zu Hochwasserzeiten den zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge aufgestauten Wassermassen noch lange willkommene Auswege darboten. Die Bifurkation zwischen Else und Hase auf dem Wiesengelände von Gesmold spricht noch jetzt deutlich für die erst spät erfolgte Verödung des Hase- und Huntetals. Periodisch, zu Zeiten niedrigen Wasserstandes, vertrockneten die glazialen Stromläufe, bis endlich die Weser dauernd ihre Wassermassen zusammenfaßte und durch die Pforte von Minden nach Norden entführte. Die breiten Rinnsale der verlassenen glazialen Stromtäler aber bildeten die Grundlinien für die gegenwärtigen Stromsysteme des nordwestdeutschen Flachlandes (Beilage 7). —

Schon oben sind die Stromverlegungen und ihre kausalen Faktoren erörtert worden. Die Vecht ist demnach nichts anderes als ein noch mit einem Seitenast ausgestatteter Stumpf eines zertrümmerten, früher schön baumartig entwickelten Flußsystems, während die Urems den der Vecht verloren gegangenen oberen Hauptstamm und den großen nördlichen Seitenast als neue Glieder ihrem spätpostglazial zusammengeschweißten Flußsysteme einverleibte, nachdem sie selbst durch Verlust der von Oldenburg ab nordwestwärts der Weser zufließenden Hunte zur fast bedeutungslosen Leda verkürzt worden war und damit den größeren Teil ihres Stromgebietes und ihrer Wassermassen eingebüßt hatte. Beide Stromsysteme, Urvecht und Urems, hatten ganz gleiche Schicksale: Beiden ging der Oberlauf der Hauptstromlinie mit dem größeren Teil des Stromgebietes und Wasservolumens durch gleichsinnige Stromverlegungen verloren; die Stümpfe des so zerstückelten Systems werden nur noch durch südwärts herzufließende unbedeutende Nebenflüsse gespeist, wozu bei der Urems allerdings noch ein durch Stromverlegung erworbenes großes Stromsystemstück der Urvecht hinzukommt.

Kleini auf die bei Bünde im Osnabrückischen entwickelten gelben oberoligozänen Sande hinweist. Auch für die miozänen Eisenknollen ist ein südlicher Ursprung der wahrscheinlichste."

Digitized by Google

Das jetzige Emsstromsystem ist fast allein in seinen Nebenflüssen (der großen Aa mit den beiden anderen Aaen, der Hase und der Leda mit der Jümme) eine Folgeerscheinung glazialer Wasserläufe. Nur der alleroberste Teil des Emslaufes — von dem an der Bielefelder Pforte gelegenen Ursprung der Lutter, die in Wahrheit das oberste Stromstück der Ems repräsentiert, bis Telgte — und der allerunterste — von der Ledamündung bei Leer bis zur Nordsee — benutzen glaziale Stromtäler.

Zwischen dem neokomen Faltungszuge des nordwestlichsten Teutoburger Waldes von Lengerich-Ibbenbüren und der senonen Kreidetafel von Horstmar-Burgsteinfurt sammelten sich in postglazialer Zeit die Wasser, durch Werse, obere Ems und Münstersche Aa gespeist und von der Werse nordwärts gestoßen, und entwickelten allmählich die noch jetzt sehr gewundene Stromlinie der Ems von Telgte bis Elbergen-Hanekenfähr. Naturgemäß ist dieses Stromstück der Ems von Telgte bis Elbergen weit älter als die untere von Elbergen bis zur Ledamündung reichende Stromstrecke, weil es doch bereits dem Urvechtsystem angehörte und daher schon dem frühen Postglazial seine Entstehung verdankt, während das offenbar allerjüngste Stromstück der Emslinie, von Elbergen bis zur Ledamündung, erst dem Spätpostglazial entstammt.

Das schon lange vor der Eiszeit als Hauptentwässerungsader des Paderborner Kreidebeckens ausgebildete Stromsystem der Lippe mußte der Ems ein Stromstück liefern, das infolge seines präglazialen Alters keinem anderen Teile des Emslaufes wesensgleich ist und daher als das urälteste und zugleich heterogenste Stück des ganzen buntscheckigen Emssystems gelten muß. Es ist der Sennebach und eine kleine Strecke des Emsoberlaufes, nämlich diejenige von der Mündung des Sennebaches (bei Westerwiehe) bis Mose. Die Ems erhielt dieses so fremdartige Element ebenfalls durch Stromverlegung, die sich in dem von Rietberg über Wiedenbrück und Rheda hinziehenden Anleimungsbogen als eine den anderen durchaus gleichsinnige Stromverlegung charakterisiert, durch welche dieses dem Lippegebiet ureigene Stromstück an die Lutter — die historische Oberems — angeschweißt wurde.

Sehr interessant infolge seiner mannigfachen Zusammensetzung gestaltet sich das Bild der gegenwärtigen Emsstromlinie in ihrer historischen Gesamtentwicklung. Die als Ems bezeichnete hydrographische Linie zeigt nämlich folgende Vielgliedrigkeit:

1. von der Emsquelle bis zur Mündung des Sennebaches — postglazial,
2. von der Mündung des Sennebaches bis Mose — präglazial,
3. von Mose bis zur Mündung der Lutter — postglazial,
4. von der Luttermündung bis Telgte — glazial,
5. von Telgte bis Elbergen-Hanekenfähr — frühpostglazial,
6. von Elbergen-Hanekenfähr bis zur Ledamündung — spätpostglazial,
7. von der Ledamündung bis Borkum — glazial.

Digitized by Google

4. Die Bäche der ostfriesischen Geest.

a) Die glazialen Erosionsrinnen.

Als das nordeuropäische Inlandeis beim Zurückweichen im westlichen Ostfriesland die Åsar und die Tergaster Endmoräne schuf und in ganz Ostfriesland das Späthvitåglazial als Decke über die Grundmoräne breitete, dem es im östlichen Gebiete noch die deckenförmige Innenmoräne einfügte, vollendete es damit die Modellierung der Oberflächengestalt der ostfriesischen Halbinsel und die — wenn auch nur schwach ausgeprägte — orographische Eigenart der Geest, die postglazial nur unwesentlich durch äolische Bildungen verändert wurde.

Auf der nördlichen Abdachung des Hümlings sammelte sich das Wasser in den flachen Einsenkungen, die die Åsar voneinander trennen. So bildeten sich hier im nördlichen Hümling ebenso echte Åsgräben, wie wir sie in den als Radden bezeichneten Bächen der südlichen Abdachung des Hümlings kennen gelernt haben. Zu diesen nördlichen Åsgräben des Hümlings rechnen wir das Barsseler Tief, das Saagter Tief, das Langholter Tief und die Strecke des Emsbettes von Papenburg bis Leerort. Das Langholter Tief verbreitert sich im untersten Teile seines Laufes zu einer im Winter überschwemmten Sumpflandschaft, die sich zwischen West- und Ostrhauderfehn nach Norden zieht und euphemistisch das Rhauder Meer genannt wird. Nach der physiographischen Beschaffenheit der ganzen Gegend kann es nicht als Erosionssee angesprochen werden, was nach dem Kartenbilde nahe liegen könnte. Vielmehr hat es seine Ursache in einer schwachen Verbreiterung des Åsgrabens[1]), dessen Wasser zwischen den Geschiebehügeln von Rhaude und Holte und ihrer späthvitåglazialen Verschmelzung einerseits und der späthvitåglazialen Tafel von Potshusen andererseits nicht rasch genug zur Leda abzufließen vermag und so periodische Überschwemmungen verursacht. Von besonderer Bedeutung für die postglaziale Ausgestaltung des hydrographischen Netzes wurde der westlichste dieser Åsgräben, bei dem die Ems von Papenburg bis Leerort hospitiert. Wie oben erwähnt, ist die Usurpation dieses Åsgrabens durch die Ems in der hier verhältnismäßig sehr wenig gekrümmten Stromlinie im Vergleich zum sehr gewundenen Emslaufe oberhalb Papenburgs unverkennbar ausgesprochen.

Schon im geologischen Teile wurde ausgeführt, daß die von Nordosten nach Südwesten verlaufenden Flachrinnen, welche die hohe Geest zerfurchen, glazialen Ursprungs sind, indem die ins Binnenland der Endmoräne von Tergast und in das Uremstal hinabrinnenden Schmelzwasserbäche beim Zurückschmelzen des Eises in das kurz zuvor ab-

[1]) G. Holm fand ganz dieselbe Erscheinung in Esthland. Er sagt darüber in seinem „Bericht über geologische Reisen in Esthland, Nordlivland und im St. Petersburger Gouvernement in den Jahren 1883 und 1884“ (Verhandlungen der russisch-kaiserlich-mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg 1886, Serie II, Bd. 22, S. 23): „Es ist sehr auffallend, daß in Esthland die allermeisten der kleinen Seeen, die dort überhaupt so selten sind, mit den Åsar zusammen vorkommen; es sind eben mit Wasser gefüllte Åsgruben, Åsmulden oder Åsgräben.“

Digitized by Google

gelagerte Späthvitåglazial diese sehr flachen Rinnen hineinerodierten. Es besteht kein Zweifel, daß einige dieser Rinnen sogar unters Hochmoor tauchen und im Gebiet der Geröllåsar im Osten, in der Friedeburger Gegend, wieder zum Vorschein kommen [1]).

Mit der Herausmodellierung der schwach ausgeprägten orographischen Gliederung Hand in Hand gehend, vollzog sich beim Rückzug des Eises im wesentlichen der Aufbau des hydrographischen Systems der ostfriesischen Geest, dessen Züge noch heute unverkennbar sind.

b) Die postglazialen Rinnsale und ihre Bäche.

Die Postglazialzeit arbeitete an der Ausbildung des hydrographischen Netzes weiter; denn diese glazialen Rinnen waren bei den langsam sich vollziehenden Veränderungen schließlich nicht mehr hinreichend, der Geest genügende Abwässerung zu gewähren. Als das Gebiet der Grundmoränenseeen allmählich trockener wurde und bis zum Forlitzer Seeengebiet einzuschrumpfen begann, sammelten sich die Wasser der zwischen Aurich und Hesel (Kreis Leer) von der hohen Geest abströmenden Bäche nach und nach zu einer kompakten Stromader, dem Fehntjer Tief, das als bedeutender postglazialer Wasserlauf das so sehr ebene Gebiet des Binnenlandes der Endmoräne von Tergast in westlicher Richtung durchströmt, um sich bei Oldersum in die Ems zu ergießen.

An der sehr flachen Ostabdachung der hohen Geest entstanden, wie unten näher erörtert werden wird, in postglazialer Zeit zahlreiche Becken äolischer Ausräumung, von denen das Brookzeteler Meer das bedeutendste ist. Das nördlich von diesem flachen Becken gelegene Hochmoor erhielt in spätpostglazialer Zeit eine Abwässerung in der Harle, die von Ardorf bis Wittmund sich in einer flachen glazialen Rinne bewegt, dann aber nordwärts fließt. Sie ist ein jugendliches Produkt der durch die Ablagerung des Hochmoores und die äolischen Kräfte veränderten Verhältnisse des Ostabhanges der hohen Geest.

Durch Fehntjer Tief und Harle wurde das hydrographische Netz der ostfriesischen Geest in postglazialer Zeit vervollständigt.

5. Die Seeen der ostfriesischen Geest.

a) Die Grundmoränenseeen im Binnenlande der Tergaster Endmoräne.

Im Binnenlande der Tergaster Endmoräne liegt eine Gruppe flacher Seeen, welche entwicklungsgeschichtlich betrachtet allesamt gleicher Herkunft und gleichen Alters sind, weil sie einer großen gemeinsamen Ursache ihre Entstehung verdanken. Dabei sind sie auch physiographisch so auffallend gleichartig, daß sich jedem unbefangenen Beobachter ihre Geschwisterähnlichkeit unwillkürlich aufdrängt. Schon oben ist gesagt worden, daß sie allesamt als Grundmoränenseeen zu

[1]) Weiteres darüber in der Physiographie der hohen Geest.

Digitized by Google

deuten sind, die dadurch entstanden, daß das vorrückende Eis eine in seinem Vorlande auf der Oberfläche des Frühhvitåglazials vorhandene große Flachmulde durch Auskleidung mit der darüber geschobenen Grundmoräne nicht völlig einzuebnen vermochte und beim späteren Zurückschmelzen von der Tergaster Endmoräne auch nicht mit Decksand zuschüttete, so daß ein flaches Seebecken zurückblieb, das später zum Teil mit Wiesentorf ausgefüllt wurde, als Relikten aber noch eine verstreute Gruppe von Grundmoränenseeen aufweist, von denen das große Meer, die Hiwe, das Loppersumer Meer, Dobben bei Riepe, Bans-Meer und Uphuser Meer bei Riepsterhammrich, Sandwater bei Siemonswolde, Hamm-Meer und Gretje-Meer bei Hatshusen, das Boekzeteler Meer bei Timmel hier genannt werden mögen. Wahnschaffe, der auch den Terminus der „Grundmoränenseeen" prägte, sagt über ihre Entstehung [1]):

„Durch die unregelmäßige Lagerungsform der unterdiluvialen Sande und Grande [2]) und die darüber gebreitete Grundmoräne, welche den Höhen und Tiefen folgte und das vielgestaltige Relief noch mannigfach beeinflußt hat, wurde eine für die Ansammlung großer Wassermassen günstige Oberflächengestalt dargeboten und so Veranlassung zur Bildung zahlreicher Seeen gegeben. Viele mit Torf erfüllte Einsenkungen, welche die tieferen Teile der Geschiebemergelhochfläche einnehmen, sind ursprüngliche Depressionen der Grundmoräne und als solche kleine erloschene Moränenseeen oder -Weiher."

Alle unsere ostfriesischen Grundmoränenseeen zeichnen sich aus durch ihre große Seichtigkeit und ihre außerordentlich flachen Ufer; sie sind nur 1—2 m tief. Im September und Oktober allerdings steigt ihr Wasserstand um ½—1 m, so daß dann ihre flache, tiefliegende Umgebung ein großes Überschwemmungsgebiet bildet. Die verbesserte Abwässerung sorgt in letzter Zeit stets für baldige Abführung der Wassermassen. Den Grund dieser Seeen bildet allenthalben der hellgelbe Decksand, in dem an manchen Stellen Bildungen von Sumpferz (Raseneisenstein) nachzuweisen sind. Characeen, Potamogeton, Elodea canadensis, Zannichellia, Myriophyllum und Batrachium bevölkern gruppenweise die Seeen, in denen Chara wälderbildend auftritt. Am Saume sind diese flachen Wasserbecken von einem stattlichen Walde von Phragmites communis, Scirpus maritimus und lacuster, Typha latifolia und hie und da angustifolia umkränzt. Im physiographischen Teile wird diese Seeenlandschaft eingehender besprochen werden.

b) Die Becken der äolischen Ausräumung an der Ostflanke der hohen Geest.

In der östlichen Hälfte Ostfrieslands zeigt das Kartenbild eine Anzahl kleinerer und größerer Seeen, die sich ebenso wie die Grund-

[1]) Felix Wahnschaffe, Zur Frage der Oberflächengestaltung im Gebiete der baltischen Seeenplatte. Jahrbuch der Königl. preuß. geolog. Landesanstalt für 1887, S. 160.

[2]) In vorliegender Arbeit als Frühhvitåglazial bezeichnet. R. B.

Digitized by Google

moränenseeen durch ihre große Seichtigkeit und ihre flachen Ufer auszeichnen. Zur Sommerzeit sucht sie der Wanderer meist vergebens; sie sind dann ausgetrocknet und gleichen flachen Wannen von 1 bis 2 m Tiefe mit scharfsandigem Grunde. Zur Herbstzeit aber füllen sie sich mit Wasser und sind dann der Tummelplatz zahlloser durchziehender Wasser- und Sumpfvögel. Einige von diesen Seebecken bilden keine Wasseransammlungen mehr, wie z. B. das mit Nadelholz beforstete Ostermeer bei Bernutsfeld; dennoch erscheinen sie mit bewunderungswürdiger Zählebigkeit auf den Karten immer und immer wieder [1]). Das größte dieser „Meere", wie der Volksmund sie nennt, ist das Brookzeteler Meer, das eine Fläche von über 300 ha umfaßt. Ihm reihen sich an das Flachsmeer, Sandmeer und Düvelsmeer bei Wiesens, das Schafmeer und Grasmeer bei Langefeld, das Ostermeer bei Bernutsfeld, die neun kleinen Seeen von Negenmeerten [2]), das Hopelser Meer und Mühlenberger Meer bei Hopels, das Wieseder Meer u. a. m. Das zuletzt genannte Wieseder Meer wurde schon in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts trocken gelegt und später besiedelt; der alte Seegrund bildet jetzt den Kulturboden einer aufstrebenden Kolonie.

Zum Studium der Entstehung dieser Seeen bot der größte derselben, das Brookzeteler Meer, schöne Gelegenheit. Ich traf im September den See völlig ausgetrocknet an und ließ nun im westlichen Teile des Sees eine Ausschachtung vornehmen, die bis zu 3 m Tiefe das Späthvitåglazial in seiner typischen Ausbildungsweise zu Tage förderte. Weiterhin setzte das lebhaft hereinsickernde Grundwasser allen Bemühungen die größten Schwierigkeiten entgegen, so daß man nicht bis zur Grundmoräne hinab gelangen konnte. Es blieb kein Zweifel bestehen, daß das Seebecken eine Vertiefung in dem hier besonders mächtig (5 m und mehr) entwickelten Späthvitåglazial darstellt; denn auch allenthalben in der Umgebung ließ sich der Grundmoränenlehm feststellen, so daß man die Überzeugung gewinnen mußte, daß er sich unterhalb des Seebodens fortsetzt. Auch Spuren der Innenmoräne ließen sich nachweisen.

Die Dünenbildungen, die das ganze Seeufer umkränzen, zeigten deutlich, daß der Decksand hier ein Spiel der Winde geworden war. Der trockene Ostwind ist es gewesen, der dieses sehr flache, kaum über 2 m tiefe Becken ausgeblasen hat. Am West- und Nordwestufer hatte man daher Eichen und Kiefern angepflanzt als Sandfänger, um so das Kulturland gegen die verderbliche Bedeckung mit Flugsand zu schützen.

Seit dem Bau des Ems-Jade-Kanals (1882) hat die Wasserfläche des Sees, der sonst kontinuierlich Wasser führte, sehr an Umfang verloren, so daß er schon zeitweise ganz trocken wurde, was namentlich 1904 und 1905 eintraf. Er bildet das sehr flache Sammelbecken seiner nächsten Umgebung, da die undurchlässige Grundmoräne das Wasser nicht in die Tiefe sickern läßt. Bei hohem Wasserstande führt er sein

[1]) Welcher Fehler natürlich vermieden würde, wenn die Herren Kartographen die Gegend aus eigener Anschauung kennten!

[2]) Von denen ich noch einen in seinem ursprünglichen Zustande antraf; die anderen sind ganz oder zum Teil der Kultur gewonnen.

Digitized by Google

Wasser der Harle zu, die man künstlich durch einen Abzugsgraben, der im September 1905 zum Teil mit Flugsand erfüllt war, mit dem See verbunden hat. Ihre Quelle liegt aber im nordwärts vorgelagerten Moore.

Der trockene, sehr ebene Seegrund bietet ein vortreffliches Exerzierfeld und wird als solches allsommerlich vom Auricher 3. Bataillon des 78. Infanterieregiments benutzt. Der scharfsandige, dürre Boden des ausgetrockneten Beckens war mit sehr kurzem, lockerem Rasen bedeckt, der sich aus kümmerlichen Exemplaren von Thrincia hirta, Festuca ovina, Potentilla anserina, Tormentilla silvestris, Polytrichum formosum und juniperinum, Pogonatum aloides u. s. w. zusammensetzt. Die Polytrichaceen, insbesondere Polytrichum juniperinum, schienen trefflich zu gedeihen. Die Humusbildung hatte allenthalben, wie natürlich nicht anders erwartet werden konnte, erst einen recht spärlichen Anfang gemacht.

Im Wieseder Meere, dessen altes Ufer ich noch in der Nähe des Kleihauerschen Wirtshauses auf einer kurzen Strecke intakt fand, ließ sich ebenfalls an mehreren Stellen unter dem alten Seegrunde die Grundmoräne nachweisen. Ebenso zeigten mir Nachgrabungen im Mühlenberger Meer bei Hopels, das ich unter der freundlichen Führung des Herrn Försters Brünig in Hopels, eines eifrigen Naturbeobachters, besuchte, daß auch dieses flache und damals ganz trockene Becken im Späthvitåglazial liegt [1]), dessen Liegendes sich als Geschiebelehm kundgab. Bei diesem in einsamer Wildnis gelegenen und von Menschenhand so gut wie unberührten Seebecken ließ sich sehr schön beobachten, wie Süd- und Nordufer steil, Ost- und Westufer aber auffallend flach waren als natürliche Folge der von Osten her erfolgten Ausblasung des Beckens. Das Mühlenberger Meer ist infolge der verbesserten Abwässerung schon seit einigen Jahrzehnten periodisch trocken. In den Dünen des Seeufers nistete noch in den siebziger Jahren die Brandgans (Tadorna tadorna L.) in Erdhöhlen. Leider raubte man den Tieren die Eier; dazu trocknete periodisch der See aus, so daß sie um 1880 den Ort auf immer verließen [2]).

Auch bei anderen Seeen dieser Art ließ sich nachweisen, daß sie auf ganz dieselbe Weise entstanden. Damit ist die Tatsache festgelegt, daß die im Späthvitåglazial an der Ostflanke der hohen Geest liegenden Seeen allesamt jugendliche Becken äolischer Ausräumung sind.

[1]) Hier war auch die deckenförmige Innenmoräne nachweisbar als Anfang des bald zum Hügel des Mühlenberges geformten Geröllglazials.

[2]) Dies ist die einzige Örtlichkeit im festländischen Ostfriesland, wo nachweisbar einmal die Brandgans genistet hat.

Digitized by Google

IV. Physiographie der ostfriesischen Geest.

Die orographische Gliederung der ostfriesischen Geest, die ganz in ihrer Entwicklungsgeschichte begründet ist, kann auch der physiographischen Einteilung zu Grunde gelegt werden, wenn man die als orographische Einheiten besprochenen Höhen von Heisfelde, Tergast und Middels ausscheidet. Physiographisch teilt man daher die ostfriesische Geest in sieben natürliche Landschaften ein, die wir bezeichnen als: 1. das Vorland der Tergaster Endmoräne; 2. das glaziale Stromtal; 3. das Binnenland der Tergaster Endmoräne; 4. die hohe Geest; 5. die Innenmoränenlandschaft im Nordwesten; 6. die Innenmoränenlandschaft im Nordosten; 7. die Landschaft der Geröllåsar im Osten.

1. Das Vorland der Tergaster Endmoräne.

Dem Vorlande der Tergaster Endmoräne wurde in postglazialer Zeit dadurch in seiner Einheitlichkeit Abbruch getan, daß infolge der Stromverlegung die Ems hindurchgeleitet wurde, die etwa von Papenburg an das glaziale Strombett eines Åsgrabens benutzt, weshalb sie von hier an abwärts einen auffallend weniger gekrümmten Lauf hat als von Meppen bis Papenburg, wo sie zahlreiche Krümmungen bildet, die zuweilen Halbkreise oder Dreiviertelkreise von kaum 1 km Durchmesser darstellen. So wird das Endmoränenvorland in zwei ungleich große Teile zerschnitten, in die Geest Reiderlands, links von der Ems, und die Geest Overledingens, rechts von der Ems.

Die reiderländische Geest umfaßt den kleinsten natürlichen Abschnitt der ostfriesischen Geest und bietet in ihren glazialen Höhen dem Auge ein verhältnismäßig abwechslungsreiches Bild. Obgleich dieser Geeststrich sehr waldarm ist, da er nur bei Holthusen einen kleinen Privatforst von 0,46 qkm Fläche trägt (d. i. 0,2 % der Bodenfläche Reiderlands), zeigen fast sämtliche Höhen guten Baumwuchs, namentlich der Geschiebeås von Diele-Stapelmoor, die Höhe von Weener und diejenige von Bunde und Bunderhee. In der Holthuser Gegend leidet die Baumvegetation unter allzu großer Mächtigkeit des Decksandes, der weit weniger fruchtbar ist als der auf den Geschiebeåsar oft unter der Ackerkrume lagernde Geschiebelehm. Sehr verwickelt und interessant liegen die hydrographischen Verhältnisse Reiderlands, die ein klassisches Beispiel dafür bieten, wie schwierig und umständlich sich in den Randpartieen der ostfriesischen Geest die Abwässerung

Digitized by Google

gestaltet, weil die Marsch höher liegt. Das Weser-Ems-Stromwerk [1]) macht darüber folgende interessante Ausführungen:

„Östlich von dem Geestrücken, in der Weener-Stapelmoor-Süderhammrichs-Deichacht, liegen das Dieler und Holthuser Sieltief, ferner das Weener Sieltief mit dem Katjentief. In der folgenden Oberreider Deichacht entwässert die vordere Marsch durch das Feerstenborgumer, Kirchborgumer, Koldamer und Bingumer Sieltief; letzteres liegt gegenüber der Stadt Leer. Die zurückliegenden jüngeren Kulturländer, zum Teil aus Moor oder anmoorigem Hammrichsland entstanden, haben zwei Hauptentwässerungszüge parallel zur Ems, das Dwarstief, welches bei Tichelwarf seinen Ursprung hat, und das Heester oder St. Georgiwolder Tief, den Vorfluter für die Grabennetze von St. Georgiwold und Bunderhee. Beide Wasserzüge werden durch das große Solborger Sieltief mit der Ems verbunden. Dann folgt das Bentmer Sieltief. Die anschließende Niederreider Deichacht enthält das Jemgumer Sieltief, dem noch das Midlumer angegliedert ist, ferner das Koldeborger Sieltief, welches Moor- und Hammrichswasser von Marienchor und Bunderhammrich enthält. Das folgende Ditzumer Tief entwässert 44,7 qkm und führt auch die Abwässer der älteren Polder an der Dollartküste. Das nach Nordost gerichtete Haupttief nimmt nahe bei dem Siel von rechts das Lange Tief mittels des Quertiefs auf, weiter aufwärts den Palleschloot und durch das im Schlafdeiche liegende Ditzumer Verlaat die Abflüsse des Landschaftspolders und Bunder Interessentenpolders, insbesondere das Bundertief und das Wynhamstertief. Ein Teil des Reiderlandes westlich von der Geest von Bunde und Weener müßte naturgemäß zur Westerwoldschen Aa und durch deren Mündungsschleuse, das Staatensiel (Statenzijl), in den Dollart entwässern. Die am rechten Ufer der Aa liegende Landesgrenze, welche zur künstlichen Wasserscheide geworden ist, schreibt dem Wasser aber einen sehr verwickelten Weg bis zum Emssiel bei Pogum vor. Der Moorschloot, welcher als eingedämmter Graben die südliche Grenzstrecke zwischen Ostfriesland und Holland bildet, erhält nur Zufluß aus Holland und mündet bei Nieuweschans in die Aa."

„Die auf deutschem Gebiete liegenden kultivierten Moore um Wymeer und Kloster Dünebroek entwässern zum Teil mittels Wasserschöpfmühlen zu einem eingedeichten, ziemlich hoch liegenden Kanal, dem Wymeerer Sieltief. Dieses zieht sich unmittelbar an der holländischen Grenze und neben der auf holländischer Seite liegenden Westerwoldschen Aa bis nahe zum Staatensiel hin, wo die Landesgrenze die Dollartküste schneidet. Als neuer Kanal tritt der Wasserlauf in den Kanalpolder ein, nimmt hier den Hauptvorfluter des Heinitzpolders auf und zieht sich unmittelbar an der Binnenseite des Seedeiches in beinahe nördlicher Richtung durch die ganze Länge des Polders. Bei Dyksterhusen tritt der Kanal in die Niederreider Deichacht und durchschneidet dieselbe zwischen Dämmen auf 3,1 km Länge.

[1]) H. Keller, Weser und Ems, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Berlin, Dietrich Reimer. Bd. IV: Die Aller und die Ems. S. 159.

Digitized by Google

Er erhält aus derselben nur unbedeutende Zuflüsse. Auf der fast 11 km langen Küstenstrecke des Dollarts vom Staatensiel bis Pogum liegt die Wattfläche so hoch, daß für die Anlage eines Sieles die Vorflut mangelt."

Die alten Siedelungen der reiderländischen Geest liegen ausnahmslos auf den Höhen. Weener, die bedeutendste Siedelung, liegt auf einem späthvitåglazialen Rücken[1]) und verdankt seine Blüte zum Teil seinem, wenn auch nur kleinen Emshafen; daneben ernährt die Gewerbtätigkeit einen Teil der Bevölkerung. Wenn das hier schon sehr breite und flache Emstal der Entwicklung Weeners zur Brückenstadt keine Möglichkeit bot, so war das Städtchen, an der alten Handelsstraße von Leer nach Groningen gelegen, jedoch als Übergangsort nach Holland nicht unwichtig, wie auch der benachbarte Flecken Bunde, der schon zum Teil wirtschaftsgeographisch in der fruchtbaren Marsch wurzelt, so namentlich auch die Bunderhee, was den Wohlstand dieser Orte im wesentlichen mitbedingt hat. Bingumgaste, Weenermoor und Holthusen liegen wie Weener und Bunde auf den weniger fruchtbaren Höhen des Decksandes, während Diele, Stapelmoor, Tichelwarf, Möhlenwarf und Holtgaste auf den Geschiebeåsar angelegt sind. Der Holtgaster Geschiebeås, der wegen seiner verhältnismäßig kurzen Längenausdehnung auch als langgestreckter Geschiebehügel aufgefaßt werden kann, ragt etwa 3,5—4 m über seine sehr flache Umgebung hervor, ähnlich wie der Doppelhügel von Bingumgaste. Beide erscheinen dem oberflächlichen Beobachter als Warfen, denen sie äußerlich sehr ähnlich sind. Doch läßt die nähere Untersuchung über ihre echt glaziale Herkunft keinen Zweifel bestehen. Die jugendlichen Siedelungen (z. B. Dieler Heide, Stapelmoorer Heide, Holthuser Heide) sind Moorkolonieen, die am Saume der Geest angelegt sind.

Die Geest Overledingens[2]) bildet den rechts von der Ems liegenden Teil des Endmoränenvorlandes, der sich von der reiderländischen Geest dadurch unterscheidet, daß er außer den Geschiebehügeln von Rhaude und Holte keine glazialen Höhen besitzt, die aus Geschiebelehm aufgebaut sind. Die Geest Overledingens nimmt die Form eines Hufeisens ein, das bei Völlen beginnt, zwischen Ihrhove, Breinermoor, Bakemoor und Holte seinen Bogen beschreibt und mit seinem östlichen Schenkel über Langholt südwärts bis über Burlage hinaus sich erstreckt. Allerdings wird der Kanal von Westrhauderfehn mit seiner stattlichen Fortsetzung, der Rajenwieke, bei späterem Ausbau bis durch die Steenfelder Feldmark einst eine Querachse durch dieses Hufeisen legen, dessen zentrale Fläche aus Hochmoor besteht. Außerhalb des westlichen Schenkels liegt als einsamer diluvialer Höhenzug

[1]) Thiele irrt sich, wenn er (Dr. Otto Thiele, Die Volksverdichtung im Regierungsbezirk Aurich. Mit einer Karte. Stuttgart, Engelhorn, 1901. Im 13. Bande der „Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde") angibt, Weener liege „tief im Innern des Landes in der Flußmarsch der Ems" (S. 23) und daher Weener mit Emden zu den Städten der Marsch rechnet.

[2]) Overledingen, d. h. das Land over de Leda (jenseit der Leda), weil man von Norden her die Leda überschreiten muß, um es zu erreichen. Unrichtig ist die Form „Oberledingen".

Digitized by Google

der aus Späthvitåglazial aufgebaute Doppelhügel von Mitling und Mark, der seiner Entstehungsgeschichte nach dem Sandr vor der Endmoräne angehört. In postglazialer Zeit haben die Wasser der früher natürlich unbedeichten Ems die Höhen schärfer herausmodelliert, aber doch nicht zu beseitigen vermocht. Der Westschenkel des Hufeisens besteht aus dem Geröllås von Steenfelde mit dem angelagerten flachen Rücken späthvitåglazialen Sandes, auch einem Bestandteil des Sandrs vor der Endmoräne, auf dem die alten Dörfer Großwolde, Ihrhove und zum Teil noch Folmhusen liegen. Breinermoor, Bakemoor, Schatteburg und Kollinghorst zeigen nur eine wenig mächtige Decke des Späthvitåglazials als Hangendes der hier scheinbar allenthalben in der Fazies des Geschiebelehms entwickelten Grundmoräne, die in Rhaude und Holte zu Geschiebelehmhügeln sich formt, welche durch Zwischenlagerung von Decksand zu einer einheitlichen Höhe gestaltet wurden, was sie zu der Bildung des Sandrs vor der Endmoräne in genetische Beziehung setzt. Die Höhe von Rhaude-Holte erhebt sich 3 m über Normalnull und etwa 2 m über das östlich angrenzende Tal des Åsgrabens, das jetzt vom Langholter Tief durchronnen wird. Der Ostschenkel des Hufeisens wird durch das nur wenig mehr als 1 km breite Tal des Langholter Tiefs repräsentiert, das sich bis nach Neuburlage und noch über die Südgrenze Ostfrieslands hinaus ins Hochmoor hinein fortsetzt.

Auch Overledingen ist auffallend waldarm. Nur westlich von Burlage finden sich junge Aufforstungen und bei Bakemoor und Breinermoor etwas Gebüsch; sonst fehlt der Wald völlig, obgleich die alten Dörfer prächtigen Baumwuchs zeigen.

Westlich und nordwestlich von Rhaude und Holte beherbergt die Geest viel fruchtbares Ackerland, das sich im Bogen über Kollinghorst, Schatteburg, Bakemoor, Breinermoor, Folmhusen nach Ihrhove, Großwolde und Steenfelde hinzieht. Bei Esklum, Nettelburg und Potshusen finden sich zum Teil sehr alte Übergänge über das Uremstal.

Einen höchst erfreulichen Anblick bieten die durch reich entwickelte Kanalnetze so vorzüglich fundierten Moorkolonieen der Fehne im Gegensatz zu den eines Kanals ermangelnden Moorkolonieen im Südwesten Overledingens, Völlenerfehn, Steenfelderfehn und Flachsmeer. Die Lebensader dieser Fehne, wie der Ostfriese diese kanalisierten Kolonieen nennt [1]), bildet hier in Overledingen das zwischen Ost- und Westrhauderfehn sich seeartig erweiternde Langholter Tief, in das von Westen her das große einheitliche Kanalsystem von Westrhauderfehn mündet, während ihm im Osten die beiden Kanalsysteme des Holterfehns und des Ostrhauderfehns angegliedert sind. Die längste aller dieser Kanalstrecken ist die Rajenwieke von Westrhauderfehn, welche über 9 km lang ist. Südwärts nähert sich Westrhauderfehn den Papenburger Kanälen schon auf etwa 3 km, so daß hier in absehbarer Zeit nach Beseitigung der noch bestehenden rechtlichen Hindernisse eine Verbindung mit Papenburg geschaffen werden wird. Ostrhauderfehn hat eine aus zwei Richtungsstrecken zusammengesetzte Hauptwieke von 3 km Länge, während die Süderwieken zusammen schon 10 km lang

[1]) Nach dem holländischen Worte veen d. i. Moor.

Digitized by Google

sind. Holterfehn ist wesentlich kleiner; es besitzt eine nur 2,5 km lange Hauptwieke und Seitenwieken von 5 km Gesamtlänge. Dieses Fehn aber erhält in seinem nicht durch eine Schleuse gegen das Langholter Tief abgeschlossenen Kanalnetz noch die tägliche Flutwelle, was einerseits eine tägliche Periodizität in der Schiffbarkeit der Kanäle bedingt, weil bei Ebbe ihre Wassertiefe auf ½ m sinken kann, andererseits aber den Vorteil bringt, daß der für die Kultur der Ländereien so bedeutungsvolle Schliek noch ins Kanalsystem hineingespült wird. West- und Ostrhauderfehn sind, um im Kanalsystem die nötige Wassertiefe zu gewinnen, durch „Verlaate" (Schleusen) vom Langholter Tief abgesperrt, die auf Westrhauderfehn 40 m Kammerlänge und 4,9 m Torweite besitzen, auf Ostrhauderfehn dagegen 38 m lang und 5,3 m breit sind.

Das Ostrhauderfehn wurde im Jahre 1763, das Westrhauderfehn mit Rhauderwieke im Jahre 1769 vom Oberamtmann von Glan gegründet, während das Holterfehn im Jahre 1829 als staatliche Gründung ins Leben gerufen wurde. Alle drei Fehne liegen nur 2—3 m über Normalnull.

Diese Art von Kolonieen bildet innerhalb der Gesamtheit der ostfriesischen Siedelungen ein wichtiges, selbständiges wirtschaftsgeographisches Element. Durch die Torfgewinnung wird das Diluvium mehr und mehr vom Moore entblößt und der Kultur zugänglich gemacht, während dabei zugleich das für Ostfriesland noch immer wichtigste Brennmaterial, der Torf, produziert wird. Der „Fehntjer" hat als wertvollstes Werkzeug einen „Binnenfahrer" [1]) nötig, mit dem er den Torf nach den Städten oder auch, wenn sein Fahrzeug die Reise gestattet, nach den ostfriesischen Inseln verfrachtet. Aus dem Watt bringt er „Schille" mit (die Schalen von Cardium edule und Mytilus edulis), die er entweder an die Kalkbrenner (Holzhändler) verkauft oder zum Kalken seiner sehr kalkarmen Ländereien verwendet. Bedeutend wichtiger noch ist das Hereinbringen von Schliek oder Stalldünger zur Verbesserung seines Landbesitzes, namentlich auf neugegründeten Kolonaten. So befinden sich die Fehne seit ihrer Gründung vermöge der trefflichen Wasserwege und der wohlfeilen Wasserfracht und infolge dieses so natürlichen und fördersamen Austauschsystems in einer Periode dauernden erfreulichen Aufschwunges. Frühere öde Moorstrecken haben fleißige Hände in blühendes Garten- und Ackerland mit anheimelnden, schmucken, sauberen Häusern umgewandelt. So hat die Fehnkolonisation nicht bloß auf Erweiterung der Siedelungsmöglichkeit, sondern auch auf die Hebung des Volkswohlstandes einen sehr segensreichen Einfluß ausgeübt. Als durch Anlegung zahlreicher Landstraßen die Siele mehr und mehr von ihrer Bedeutung als Aus- und Einfuhrhäfen einbüßten, traten die ältesten, unteren Teile der Fehne insofern einen Teil der Erbschaft an, als nun auch hier allmählich Großschiffer neu erstanden, die es vom Binnenfahrer zur Tjalk, zum Schooner oder zur Brigg brachten und nun mit ihrem Zweimaster die europäischen Meere und Ozeane durchkreuzen. Navigationsschulen in Westrhauderfehn und

[1]) Kleines Schiff von etwa 30 cbm Laderaum.

Digitized by Google

für die um Großefehn sich gruppierenden Fehne im Dorfe Timmel — daneben solche in den Hafenstädten — sorgen für die theoretische Ausbildung dieser intelligenten, weitblickenden Schifferbevölkerung, die unsere Kriegsflotte Jahr für Jahr mit einer stattlichen Anzahl sehr brauchbarer Seeleute versieht und im Ernste des gefahrvollen Seemannslebens zu zäher Ausdauer, zu Mut und Tatkraft, aber auch zu einem hochentwickelten Gemeinsinn, zu steter Hilfsbereitschaft und zu liebevoller Anhänglichkeit an die väterliche Scholle erzogen wurde und die ungeteilten Sympathieen jedes Volksfreundes verdient.

2. Das glaziale Stromtal.

Das glaziale Stromtal der unteren Urems, das vom Flecken Detern an Ostfriesland angehört, bildet ursprünglich ein ureigenes, charakteristisches Teilstück des ostfriesischen Diluviums, weshalb es hier nicht übergangen werden darf, obwohl das jetzige Talgelände infolge jugendlicher Brackwassersedimentation in der obersten Schicht aus Flußmarsch besteht. Noch in der Gegenwart setzt sich diese Marschbildung fort. Bei den oft heftigen Stürmen aus dem Westquadranten, die stets eine Hochflut herbeiführen, ist die Menge des dem Wasser der Leda und Jümme suspendierten Schliekes, der von der Ems hereingeschwemmt wird, recht bedeutend. Das Suspendierte lagert sich teils auf den überschwemmten Außendeichländereien, teils auf dem innerhalb des Deiches liegenden Gelände ab, da die Anwohner, die die Schliekführung der Flüsse als eine sehr willkommene Erscheinung begrüßen, den Wassern die Schliekpumpen (Wasserdurchlässe in den Deichen) öffnen, um so das ganze Gelände der Überschwemmung preiszugeben, das nun der sehr erwünschten Schlicksedimentation ebenfalls teilhaftig wird.

Die Flußmarsch zieht sich an den beiden hydrographischen Linien des glazialen Stromtales, an der Leda und Jümme, so weit hinauf als Ebbe und Flut, die noch die Oldenburger Grenze überschreiten, ihre Wirkungen geltend machen. Den größeren Teil der von Leer bis Detern in einer Breite von 4—5 km und etwa 20 km Länge sich hinziehenden, völlig ebenen Tallandschaft nimmt der zwischen Leda und Jümme gelegene Jümmiger Hammrich ein, dessen eingedeichte Fläche kaum mehr als 0,5 m über Normalnull liegt, weshalb man ein Dampfschöpfwerk aufstellte, um dadurch die Entwässerung zweckentsprechend zu unterstützen. Die Marschschicht bildet das Hangende einer 0,5—1,5 m mächtigen Dargschicht, welche nichts anderes als den abgelagerten Grastorf der hier früher ununterbrochen über den ganzen Talboden sich erstreckenden Wiesenmoore darstellt. Diese Torfsubstanz lagert auf dem Späthvitåglazial des Taluntergrundes. Allenthalben nehmen Wiesen und gute Weiden die bedeutendsten Flächen der fast baumlosen Talebene ein, so daß der Ackerbau gegen die Rindviehzucht außerordentlich zurücktritt. Vom Flußtal heben sich die Ränder der Geest orographisch zumeist mit kaum merkbarer Erhebung ab; physiographisch aber gibt sich die Grenze durch die Scheidungslinie zwischen den Marschweiden und dem Ackerlande der Geest deutlich zu erkennen. Nur

Digitized by Google

das Nordufer zeigt bei Detern, Loga und Leer einen etwas steileren Abfall gegen die weitgedehnte Ebene des Stromtales.

Die hydrographischen Linien, welche das Stromtal bewässern, nehmen erst an der ostfriesischen Grenze den Namen der Leda und Jümme an, während der Volksmund sie merkwürdigerweise als „Ems" bezeichnet. Die Leda ist der Unterlauf der Saagter Ems, die an der ostfriesischen Grenze durch den Dreischloot mit dem Barsseler Tief verbunden ist und von da an den Namen der Leda führt. Die Jümme beginnt an der Einmündung des Barsseler Tiefs in das Aper Tief oberhalb Deterns. Beide Flußläufe entbehren — wie überhaupt das gesamte Emssystem innerhalb der ostfriesischen Grenzen — jeglichen Geschiebes und führen wie die Ems nur feinen Sand mit sich, der an den Serpentinen sich oft ablagert und so der Schiffahrt hinderlich werden kann, weshalb die Deichachten mancherorts entsprechende hydrotechnische Maßnahmen (Uferdeckwerke) zur Beseitigung und Vorbeugung dieses Übelstandes zu treffen sich gezwungen sahen. Die Erosionskraft der Flüsse ist infolge des Mangels jeglicher Geschiebe und vermöge des außerordentlich schwachen Gefälles sehr gering. Ein weit wichtigerer Faktor in der Gestaltung der Strombetten ist die Gezeitenströmung. Die Leda ist der einzige Nebenfluß der Ems, der dem Gebiet des Wechsels der Gezeitenströmung angehört; denn alle anderen Nebenflüsse der Ems sind durch Schleusen gegen den Gezeitenwechsel abgesperrt. Die Flutgrenze des Leda-Jümmegebiets wird etwa durch die Dörfer Strücklingen, Barssel und Apen bezeichnet, da die Flutwelle auch in die Jümme und in die Kanalsysteme von Südgeorgsfehn und Holterfehn eindringt. Wie Pegelbeobachtungen gelehrt haben, beträgt die mittlere Flutgröße des Jahres an der Mündung des Apertiefs (34,2 km von der Ledamündung entfernt) noch 24 cm und an der Mündung des Dreischloots (31,1 km von der Ledamündung) in der Leda noch 23 cm.

Über die Wassermengen der Leda und Ems bringt das Weser-Ems-Stromwerk (Bd. 4, S. 554 u. 556) folgende interessante Bemerkungen:

„Über die größte Oberwassermenge der Leda liegen keine Angaben und Messungen vor. Es ist aber nach dem Verhältnis der Zuflußgebiete zwischen Leda und Ems und unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Leda ein weit flacheres und mehr mit Mooren bedecktes Zuflußgebiet besitzt als die Ems, nicht anzunehmen, daß die Oberwassermenge über 150—200 cbm/sec. steigen wird. — Im unteren Teile der Tiedestrecke (der Ems) finden sich Ebbeabströmungen mit Geschwindigkeiten bis 0,71 m/sec. und Wassermengen von 1933 cbm/sec. und Flutströmungen bis —0,88 m/sec. und —2472 cbm/sec., bei Leerort noch Ebbeströmungen bis 0,67 m/sec. und 523 cbm/sec. und Flutströmungen von ungefähr gleicher Stärke und umgekehrter Richtung. Bei Papenburg geht der Ebbestrom auf 0,40 m/sec. und 127 cbm/sec., der Flutstrom auf —0,10 m/sec. und 36 cbm/sec. herunter. Bei Potshusen und Stickhusen erreicht der Ebbestrom noch eine Geschwindigkeit bis 0,30 m/sec.; die Wassermenge ist indessen zu Potshusen (12 cbm/sec.) kaum halb so groß wie zu Stickhusen (26 cbm/sec.). Der Flutstrom, welcher zu Stickhusen mit 0,21 m/sec. noch eine Wassermenge von 16 cbm/sec. bewegt, ist in Potshusen kaum noch bemerkbar."

Digitized by Google

Hinsichtlich der Siedelungsverhältnisse haben die jugendlichen Sedimente der Flußmarschdecke dem ursprünglichen Charakter der Wiesenmoorlandschaft keine wesentlich neuen Züge aufzuprägen vermocht. Die Tieflage des Bodens und die daraus entspringende Bodennässe, ferner das durch organische Reste, Huminate und Ulminate des Darggrundes allenthalben verunreinigte Trinkwasser erweisen sich in bemerkenswertem Grade siedelungbindernd. Thieles Karte[1]) verzeichnet folgende Bevölkerungsdichtigkeiten für die Siedelungen des glazialen Stromtales:

Barge	13
Potshusen	32
Neuburg	25
Amdorf	39
Nettelburg	31
Esklum	51
6 Orte	191 = rund 32 Einwohner auf den qkm.

Diese Dichtigkeitsziffer stimmt genau mit der von Thiele für das ostfriesische Moor gefundenen von 32,4 überein, während er für die ostfriesische Geest die Durchschnittsdichtigkeit auf 103,5 berechnet hat.

3. Das Binnenland der Tergaster Endmoräne.

Das Binnenland der Tergaster Endmoräne liegt in Form einer langgestreckten Ellipse zwischen der Marsch und der hohen Geest, von der es durch die Linie Fehnhusen-Utwerdum-Westerende-Westersander-Timmel-Stiekelkamp-Hesel-Logabirum gut abgegrenzt wird. Es ist das größte Wiesengebiet Ostfrieslands, das in seiner Physiognomie an das glaziale Uremstal erinnert. Eine baumlose, vollkommen ebene Grasfläche dehnt sich bis zum Horizonte vor den Augen des Beobachters aus, nur hie und da durch langgestreckte Dörfer mit sparsamen Baumgruppen unterbrochen. Bäche und Kanäle, sowie zahlreiche Abwässerungsgräben durchschneiden mannigfach das Gebiet, das in seinen tiefsten Teilen bedeutende Seebecken aufzuweisen hat. Hier bildet der sehr ebene Boden sogar eine Depression unter Normalnull, da zwischen Hiwe und großem Meer das Niveau des Bodens —0,3 m beträgt. Von diesem tiefstliegenden Zentrum steigt das Niveau des Bodens allerseits außerordentlich sanft an, was folgende Höhenzahlen veranschaulichen mögen: Forlitz 0,0 m; nördlich von Bedekaspel 0,4 m; bei Wiegboldsbur 0,3 m; Barstede 0,6 m; Bangstede 0,1 m; Georgsheil 0,6 m; Landstraße zwischen Georgsheil und Loppersum 0,4, 0,3, 0,5 m; Loppersum 0,4 m; Suurhusen 0,6 m. Diese Depression setzt sich in einem flachen, nach Norden offenen Bogen über Riepe und Siemonswolde in der Linie des Sandwaters und weiterhin des Fehntjer Tiefs in einer Maximaltiefe von —0,6 m bis nach Westgroßefehn und Timmel fort.

Das Diluvium dieses weitgedehnten Wiesenlandes, das der Volks-

[1]) Sie ist Thieles Abhandlung „Die Volksverdichtung im Regierungsbezirk Aurich“ beigegeben.

Digitized by Google

mund als „die Meeden“ bezeichnet[1]), wird an vielen Stellen von Darg überlagert; denn das Endmoränenbinnenland stellt wie das glaziale Stromtal ein großes Gebiet von Wiesenmooren dar, wenn auch die Decke der Grastorfsubstanz keineswegs zusammenhängend das ganze Gebiet bedeckt. Als Reste früherer, jetzt mit Grastorf fast ausgefüllter Grundmoränenseeen sind im Gelände noch manche mit Schilf dicht bewachsene Mulden vorhanden, in denen vor einigen Jahrzehnten noch mit Schleppnetzen gefischt wurde, wie mir zuverlässige alte Leute berichteten. Dahin gehören das Herrenmeedermeer (auch Sirsmeer genannt), Goldhörn (nördlich vom großen Meer), lüttje Meer, Breike, Paapmeer, Schwoogmeer, Hiffke, Burhafer Meer u. a. Mit Ausnahme der Breike, die einen noch sehr schwammig-wässerigen Moorsumpf bildet, werden alle diese Flachmulden jetzt gemäht und als Wiesenland genutzt, teilweise auch nach der Heuernte beweidet. Doch sind in ihnen noch schwammige Stellen vorhanden, welche das Weidevieh nicht zu betreten wagt.

Die Tieflage des Bodens gestattet nur geringen Ackerbau, der nur in unmittelbarer Nähe der Dörfer betrieben wird, aber doch nicht so viel Brotkorn liefert, als die Bewohnerschaft bedarf, was eine für das festländische Ostfriesland immerhin interessante wirtschaftsgeographische Erscheinung ausmacht. Mehr als 50 Wasserschöpfmühlen sorgen für die Abwässerung des mit niedrigen Deichen umfriedigten Ackerlandes und verleihen dem eigenartigen Gepräge der Landschaft einen weiteren interessanten Charakterzug.

Die außerhalb der Dörfer so baumarme Ebene beherbergt an der Ostgrenze den nicht unbedeutenden Wald von Ihlo[2]), der dem hier einst am Saume des Hochmoores angelegten Zisterzienserkloster „schola Dei“ seine Entstehung verdankt. Friedrich Arends, der taubstumme, aber höchst zuverlässige Topograph Ostfrieslands, berichtet[3]) darüber:

„In diesem Gehölze stand das Kloster Ihlo, Zisterzienser oder Bernhardiner Ordens, gemeiniglich schola Dei (Schule Gottes) genannt, welches 1228 vom Erzbischof von Bremen gestiftet und zuerst mit Mönchen aus Adewart, dem berühmtesten und mächtigsten Kloster des Friesenlandes, besetzt worden. Ihr Vorsteher hatte die Würde eines Abtes. Es war eines der angesehensten und reichsten Klöster in Ostfriesland, hatte auch die Münzgerechtigkeit, welche sonst, soviel man weiß, kein anderes inländisches Kloster besaß. Die Münzen sind äußerst

---

[1]) Richtig (aber leider ganz ungebräuchlich) geschrieben „Mähden“.

[2]) Die moderne Ortsnamenschreibung hängt diesem germanischen Namen noch die slavische Schleppe an und schreibt „Ihlow“. Das alte Klostergehölz hieß aber de Ile oder Ihle. Man war in alter Zeit bekanntlich in der Namenschreibung leider wenig konsequent. In letzter Zeit fängt man an, die Ortsnamen zu modernisieren, ist aber darin ganz inkonsequent. So schreibt man Tannenhausen, Wallinghausen, Hatshausen, während kein Mensch sich gefallen lassen würde Suurhausen oder Süderhausen, Osterhausen, Westerhausen, Canhausen oder etwa Holzhausen (für Holthusen). Gegen jene Geschmacklosigkeit muß endlich einmal energisch Protest eingelegt werden! Man vergleiche auch Friedr. Sundermann, Zur Ortsnamengeschichte Ostfrieslands. Lit. Beilage Nr. 11 zum Ostfr. Schulbl. 1906.

[3]) Friedrich Arends, Erdbeschreibung des Fürstentums Ostfriesland und des Harlingerlandes. Emden 1824, S. 141.

Digitized by Google

selten geworden. Ritter Occo war Schutzherr dieses Klosters. Der letzte Abt Antonius verließ dasselbe freiwillig 1527 und wurde evangelischer Prediger zu Larrelt. Georg von Münster, Drost zu Aurich, dem der Papst das Kloster in Eigentum überlassen, verkaufte es 1549 dem gräflichen Hause. Graf Johann ließ die Kirche abbrechen und daraus ein Wohnhaus für sich bauen, und Graf Enno 1612 ein Jagdschloß, welches 1756 größtenteils abgebrochen und in ein Jägerhaus verwandelt worden ist. Von den Klostergebäuden ist nichts mehr zu sehen; ein Platz, das Vorwerk, steht auf der Stelle der Kirche" [1]).

Außer der künstlich kanalisierten Abelitz und dem Ems-Jade-Kanal wird das Gebiet noch von der Ehe entwässert. Sie hat ein kaum merkbares Gefälle und durchfließt unterhalb des Dorfes Riepe die Dobben, einen kleinen Grundmoränensee. Unter anderen Namen (Kattdarm u. a.) fließt sie weiter südwestwärts und mündet bei Petkum in die Ems. Die Hauptwasserader des Endmoränenbinnenlandes aber bildet das Fehntjer Tief, ein für ostfriesische Verhältnisse stattlicher Nebenfluß der Ems, der er bei Oldersum tributär wird. Durch einen Kanal wurde das Tief bis Emden künstlich verlängert. Das Fehntjer Tief heißt in seinem Oberlauf die Flumme und hat seinen Ursprung im Hochmoore zwischen Aurich-Oldendorf und Wilhelmsfehn. In die Flumme mündet bei Westgroßefehn in einem Depressionsniveau von — 0,6 m der Kanal von Großefehn, welcher über 14 km lang ist, in 4 Schleusenstufen von — 0,6 m bis auf etwa + 6 m steigt und als Lebensader von West-, Mitte- und Ostgroßefehn, sowie des noch recht jungen Wilhelmsfehns anzusehen ist. Unterhalb Westgroßefehns nimmt das Fehntjer Tief von rechts die Verbindungskanäle von Lübbertsfehn und weiter abwärts von Hüllenerfehn auf, während ihm links das aus dem Boekzeteler Meer kommende alte Tief zufließt, das den Unterlauf des von Voßbarg über Spetzerfehn und Ulbargen zum Boekzeteler Meer abwässernden Spetzerfehnkanals darstellt, der etwa 20 km lang ist und Seitenwieken in einer Gesamtlänge von 8 km besitzt. Das Boekzeteler Meer [2]), auch ein Grundmoränensee, nimmt als Sammelbecken von Süden her die Kanäle der größten Gruppe der ostfriesischen Fehne auf, zu der Beningafehn, Stiekelkamperfehn, Neuefehn, Iheringsfehn und Boekzetelerfehn gehören, die allesamt am Saume des Binnenlandes der Endmoräne angelegt sind und in ihren unteren Strecken das Niveau von 1 m über Normalnull kaum überschreiten. Sie besitzen in ihrer Gesamtheit Haupt- und Nebenwieken, die unter Abrechnung der kleinen Inwieken 33 km Länge erreichen. Das Hochmoor am Saume der hohen Geest steigt nur bis 5 m über Normalnull an, was für diese Fehne die Annehmlichkeit hat, daß nur eine einzige Staustufe in Gestalt eines Verlaates nötig war. Nordwestlich von Hatshusen mündet als bedeu-

[1]) In den zentralen Teilen alter Eichenstämme, die in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Ihlo gefällt und verkauft wurden, fanden sich beim Zerschneiden in den Großefehner Sägemühlen große Bleikugeln alten Kalibers, die sehr wahrscheinlich jener Zeit entstammen, als hier zur Fürstenzeit der frohe Jagdruf erschallte.

[2]) Nach dem früher in der Nähe gelegenen Johanniterkloster Boekzetel benannt, dem auch Boekzetelerfehn seinen Namen verdankt.

Digitized by Google

tendster Zufluß des Fehntjer Tiefs das krumme Tief, das oberhalb des Dorfes Wiesens dem Hochmoore entquillt, in seinem obersten Teil aber vom Ems-Jade-Kanal abgefangen wird. Weiterhin folgt das krumme Tief einer glazialen Flachrinne, die westlich von Schirum, Ostersander und Westersander und am Ostrande des Waldes von Ihlo verläuft. Hier schließt sich das Ihloerfehn mit 5,5 km Kanallänge ohne Verlaat an das krumme Tief an, das sich bald darauf zwischen Hatshusen und dem Siemonswolder Grundmoränensee, das Sandwater genannt, mit dem Fehntjer Tief vereinigt. Dieses empfängt vor der Mündung bei Oldersum von links noch den Kanal von Warsingsfehn, dessen Hauptwieke schon fast 9 km lang ist, während die Nebenwieken eine Gesamtlänge von 14 km besitzen. Auch hier liegt das Hochmoor so tief, daß nur ein Verlaat mit einer wenig beträchtlichen Staustufe nötig war.

Alle diese geographisch so interessanten Fehnkolonieen haben Hauptwieken mit meistens 10 m Spiegelbreite und einem Wasserstande von 1,2—1,4 m. Die Verlaate zeigen 20 m Kammerlänge und 5,2 m Breite. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts machte sich in den oberen Teilen der Kanäle von Großefehn und Spetzerfehn Wassermangel bemerkbar, weshalb sich die Fehnkompanieen genötigt sahen, neben den Verlaaten Wasserschöpfmühlen zu erbauen, die in Zeiten des Mangels die obersten Kanalenden mit Wasser versorgen, das einfach über die Schleusenschranke hinübergeschöpft wird. Die Binnenfahrer, jene Fahrzeuge, die den lebhaften Verkehr in diesem weitverzweigten Kanalsystem vermitteln, sind bei einer Breite von etwa 3,5 m meist 15—16 m lang. Einige Moorkolonieen (Vehnhuser und Neermoormer Kolonie u. a.) harren noch des für den dauernden wirtschaftlichen Aufschwung so unbedingt notwendigen Kanalanschlusses.

Das älteste dieser Fehne, wie überhaupt der sämtlichen ostfriesischen Fehngründungen, ist das Großefehn (Westgroßefehn), das der Initiative mehrerer Emder Bürger seinen Ursprung verdankt und schon 1633 angelegt wurde. Diese ganze Fehngruppe bildet im Hinblick auf die Einzelgründungen folgende chronologische Reihe:

1633 Gründung Großefehns durch die vier Emder Bürger Klaas Berends, Gerd Lammers, Simon Thebes und Cornelius de Rekener.
1637 Lübbert Cornelius gründet Lübbertsfehn.
1639 R. Pott aus Emden gründet Hüllenerfehn.
1647 Boekzetelerfehn von Bürgermeister Swalve und P. Harsebroek aus Emden ins Leben gerufen.
1660 Neuefehn von Albert und Coord Jobus angelegt.
1660 Stiekelkamperfehn vom damaligen Besitzer des Komturgutes Stiekelkamp gegründet.
1736 Warsingsfehn mit Rorichmoor von Dr. Warsing angelegt.
1746 Gründung Spetzerfehns durch den Staat, der die junge Anlage 1751 an eine Privatgesellschaft vererbpachtete.
1754 Regierungsdirektor Ihering gründet Iheringsfehn.
1780 Lammert Harms Aden und Konsorten gründen das Ihloerfehn.

Die Seeen im Endmoränenbinnenlande liegen naturgemäß in dem großen Depressionsbogen, der in der Längsachse des großen Meeres und

Digitized by Google

weiter über Mittelhaus-Wrantepott und Riepe-Riepsterhammrich nach Westgroßefehn, Timmel und dem Boekzeteler Meere sich hinzieht. Wie sie alle der einen großen Ursachenreihe ihre gleichzeitige Entstehung als Grundmoränenseeen verdanken, so gleichen sie einander allesamt — wenn auch in der Größe wesentlich verschieden — in ihrem Depressionsniveau, in der Physiognomie ihrer flachen Ufer, ihres Seegrundes, ihrer Flora und Fauna, also ihres landschaftlichen Gesamtgepräges, und ihrer wirtschaftsgeographischen Bedeutung. Es mag daher im beschränkten Rahmen dieser Arbeit angebracht erscheinen, wenn hier als Beispiele nur die beiden größten dieser Landseeen, das große Meer und die Hiwe, in den Kreis der Erörterungen gezogen werden.

Das große Meer erstreckt sich in einer Länge von 4—5 km von Norden nach Süden und in einer wechselnden Breite von 1—2½ km von Osten nach Westen. So nimmt es eine Fläche von 520 ha ein und bildet damit den größten Landsee Ostfrieslands. Der großen Ebenheit des ganzen Geländes entsprechend, sind die Ufer außerordentlich flach, so daß in Zeiten der Dürre der See bedeutend einschrumpfen, im Herbst aber, wenn große Regenwassermassen von der hohen Geest herabströmen, hier in der Depression sich sammeln und den Wasserstand um etwa ½ m erhöhen, sich außerordentlich vergrößern kann. Die früher oft monatelangen herbstlichen Überschwemmungen sind jetzt auf wesentlich kürzere Dauer beschränkt infolge der verbesserten Abwässerung namentlich durch den Greetsiel, der das meiste Wasser aus dieser Gegend in die Nordsee entführt. Auch der Siel an der Knock, der als zweiter Faktor für die Abwässerung in Betracht kommt, beseitigt jetzt bedeutend rascher das Wasser, als es früher die Emder Siele vermochten. Der Boden des Sees ist im ganzen sehr eben. Durch die Mitte des Sees zieht sich eine an der Oberfläche aus gelbem Sande (Späthvitåglazial) bestehende, 80—100 m breite Barre, die mit Scirpus und Typha bestanden ist. Hier beträgt bei mittlerem Wasserstande die Wassertiefe nur 30—40 cm. Diese flache Barre teilt den See in ein südliches und ein nördliches Becken. Die stets bei mittlerem Wasserstande ausgeführten Wasserstandsmessungen im Sommer 1902 und im Spätsommer 1905 ergaben für das südliche Becken eine Tiefe von 90—95 cm. Nirgends wurde 1 m gemessen. Das nördliche Becken ist etwas tiefer; hier stand das Wasser 130—150 cm tief, selten einmal wurden 160 cm gelotet, so daß bei mittlerem Wasserstande ein erwachsener Mann fast allenthalben den See durchwaten könnte. Der Grund des Sees besteht im südlichen Becken und auf der Barre fast überall aus typischem Decksand. Nur an einer beschränkten Stelle, an der 1902 vom Heikschloot nach Forlitz gebaggerten Fahrtrinne, findet sich etwas Darggrund. Im nördlichen Becken war der Seegrund streckenweise teils aus Darg, teils aus Ortstein gebildet, der so hart war, daß der Klootstock der Jolle [1]) beim Abstoßen wiederholt über den Seegrund wegrutschte, was von einem dumpfen, knurrenden

[1]) Die Jolle (plattdeutsch Jüll) ist ein Boot mit völlig wagerechtem Boden, das nur etwa 20 cm tief geht; sie dient hier allenthalben als Kommunikationsmittel. Ihr flacher Bau ist in der Seichtigkeit des Wassers der Seeen und Bäche bedingt.

Digitized by Google

Geräusch begleitet war. Ein Kneifbagger hatte im nördlichsten Teil des Sees vom März bis August 1905 am West- und Ostufer eine 1,60 m tiefe Fahrtrinne nach Bedekaspel ausgehoben, wobei ihm der Ortstein arge Hindernisse bereitete, so daß er oft 4—6mal seinen Zangenkorb hinabstürzen mußte, um die harten Schollen des Sumpferzes zu durchbrechen. Die Schollen dieses Raseneisensteins, der sehr viele feine Sandkörner mit einschließt, verwittern an der Luft sehr rasch, so daß man sie 8 Tage nach der Ausbaggerung schon ohne große Mühe zertreten kann. Auch viel Lehm war ausgebaggert worden, der ziemlich reich an Geschieben war, die Apfel- bis Kopfgröße erreichten; ich fand Granite, Porphyre, zwei Ålandrapakiwi, einen Diorit und zahlreiche Feuersteine. In dem vom Heikschloot bis Forlitz ausgebaggerten Grundmoränenmaterial sah man 1902 wenige und nur höchstens faustgroße Geschiebe, unter denen sich auch ein Rödöporphyr befand. Drei Jahre darauf, im Spätsommer 1905, war der vom Bagger aufgeschüttete flache Wall, den das Seewasser überflutete, mit Scirpus lacuster und maritimus und Typha latifolia schon dicht bestanden. Am Nordwestufer des Sees und im Kolkgatt hatte heuer der Bagger zahlreiche Baumstämme mit heraufgebracht, ein Beweis, daß diese Gegend früher bewaldet war. Auch im Darg des Seegrundes, der sich beim Baggern nirgends über 1 m mächtig erwies, finden sich noch Baumstümpfe, die den Fischern in die Schleppnetze geraten und daher beim Fischen oft sehr lästige Hindernisse bereiten. Alle diese Stümpfe liegen mit dem Kopfe nach Osten oder Südosten gewandt, wie ja allenthalben aus den nordwestdeutschen Mooren bekannt ist. Im Gegensatz zu den im Hochmoor vorkommenden Kiefern (plattdeutsch Kienburen) bestehen alle hier im großen Meer und seiner Umgebung zu Tage geförderten Strünke und Stämme lediglich in Eichen, was besonders betont zu werden verdient [1]).

Die Seeufer sind im Osten und Westen mit einem 100—200 m breiten Rohrwalde umsäumt; am Süd- und Nordufer ist das Röhricht sparsamer. Ost- und Westufer lagern daher nach und nach neue Grastorfsubstanz ab, und der See schrumpft mehr und mehr, wenn auch kaum merklich, zusammen. Am Nordufer zeigen sich sehr deutlich die Erscheinungen der Erosion ganz ähnlich jenen am Wattstrande der ostfriesischen Inseln. Im Winter erfolgt bei einbrechendem Tauwetter großer Eisschub aus Südwesten. Im Röhricht schmilzt das Eis entweder früher oder wird beim Eisgange vom Schilf festgehalten, so daß es sich nicht an der Schollenbewegung zu beteiligen vermag. Die Schollen der freien Seefläche schieben sich nun am Nordufer oft bis 4 m und höher, selten einmal haushoch, zu einem regelrechten Packeise übereinander. Sie zerstören dabei die Grasnarbe des Wiesengeländes und schaffen dadurch den Wellen Angriffsflächen, an denen sie die Zerstörung des Ufers einleiten. Zu Anfang der achtziger Jahre des vorigen

[1]) In der Scheune eines Hauses in Forlitz (Eigentümer Hinderk Post) sah ich einen eichenen Balken, welcher aus einem Baumstamme verfertigt worden war, der am Seegrunde ins Schleppnetz geriet. Das Holz war infolge der langen Lagerung im Darg durch und durch schwarz geworden, aber von vorzüglicher Erhaltung.

Digitized by Google

Jahrhunderts wurden Wiesenflächen von mehreren Ar Größe ihrer Grasnarbe beraubt, indem einzelne Eisschollen, wie Augenzeugen mir berichteten, unterhalb der Grasnarbe wagerecht vorwärts gepreßt wurden und so durch Abschälen großer „Soden" (Rasenstücke) ganze Flächen von der Grasnarbe entblößten. Fleißige Hände haben in den letzten 10—15 Jahren vieles gebessert. Man füllt die vom Eise und den Wellen gegrabenen Löcher mit den angeschwemmten Resten der Binsen und Rohrkolben aus, indem man dieses Füllmaterial durch Anheften und Festbinden mit Pflöcken und Ruten dauernd zu befestigen sucht. An den gefährdetsten Stellen schafft man außerdem Schutz durch vorgelegte „Kienburen", welche die Wellen gut brechen. Durch alle diese Maßnahmen hat man der immer weiter um sich greifenden Zerstörung des Wiesengeländes am Nordufer durch die Erosion mit Erfolg Einhalt geboten.

Die nicht artenreiche Flora dieser Seeen ist die charakteristische Wasser- und Sumpfflora Nordwestdeutschlands. Die Ufer werden von Wäldern umsäumt, von Scirpus lacuster und maritimus, Phragmites communis, Typha latifolia und (seltener) angustifolia, dazwischen hie und da Hippuris vulgaris, Ranunculus lingua, Echinodorus ranunculoides und kleine Gesellschaften von Oenanthe fistulosa. Im See selbst findet sich Chara sehr häufig, namentlich im südlichen Teil, wo sich die Characeen sowohl 1902 als auch 1905 in solch dichtwüchsigen Wäldern angesiedelt hatten, daß an der Einmündung des Heikschlootes die Jolle nur mit Mühe durchzuzwängen war. Den flottierenden Wasserpflanzen (Hydrocharis morsus ranae, Stratiotes aloides, Utricularia, Hottonia palustris, Lemna trisulca u. a.) bieten die offenen Seeflächen infolge des Wellenschlages keine Wohnstätte. Diese Wasserbewohner haben sich die stillen, tiefen Gräben der Meeden erkoren, in denen besonders der durch seinen alljährlich zweimaligen Abstieg auf den Grund der Gewässer so interessante Wasseraloë (Stratiotes aloides) scharenweise anzutreffen ist. In den Seeen finden sich meist truppweise Ruppia rostellata var. maritima, mehrere Potamogetonarten, namentlich häufig perfoliata, Elodea canadensis, Batrachium divaricatum, Myriophyllum verticillatum und spicatum. Von wirtschaftlicher Bedeutung ist namentlich Phragmites communis, hier wie in ganz Ostfriesland „Reit" genannt, der als wertvolles Material zum Dach- und Mühlendecken gut bezahlt wird [1]).

Die Fauna dieses Seeengeländes ist ebenso eigenartig ausgeprägt wie seine Flora. Von den Raubsäugern verdient namentlich der Fischotter Erwähnung. Er fand früher in den abgefallenen Blättern des Röhrichts treffliche Unterkunft. Besonders häufig war er in der Nordhälfte des großen Meeres und im Kolkgat. Mit der fortschreitenden Verfestigung des Ufers aber gehen dem Fischotter die guten Wohnstätten mehr und mehr verloren, infolgedessen er sich nach und nach aus dieser Gegend zurückzieht, wie einsichtsvolle Jäger und Beobachter

[1]) Sobald im Herbste der erste kräftige Nachtfrost die Laubblätter getötet hat, beginnt man mit Hilfe eines sichelartigen Messers den Reit zu schneiden. Diese rauhe Arbeit vermögen nur robuste Naturen zu verrichten, weil man dabei fortwährend bis zu den Knieen im Wasser waten muß. Sie bringt in den kurzen Novembertagen einen Tagesverdienst von 3—3,50 M. ein.

Digitized by Google

einstimmig behaupten; denn nachgestellt wird ihm nicht mehr wie früher, und der Fischreichtum der Seeen ist nicht zurückgegangen.

Die Rohrwälder bieten sichere Nistplätze für eine ganze Anzahl von Sumpf- und Schwimmvögeln, ebenso das Wiesengelände, das nur jährlich einmal, im Juli, gemäht wird, um dann als Nachweide („Ettgrön") benutzt zu werden. Hier erklingt bereits im März der Ruf der Kiebitze, die schon im ersten Frühling mit dem Brutgeschäft beginnen. Ferner nisten hier Gallinago scolopacina Bp. (Bekassine, „Bäverbuck"), Philomachus pugnax Naum. („Kappershaantje"), Limosa aegocephala L. („Greta"), Fulica atra L. („Blarhenn"), Ortygometra porzana L., Gallinula chloropus L., Botaurus stellaris L. („Reidump"), Anas boschas L., Podiceps cristatus L. und andere Colymbiden. Von den Raubvögeln ist namentlich häufig Circus aeruginosus L. (Sumpfweihe, „Glidd"), der alljährlich im Röhricht des Herrenmeedermeeres nistet. Auch die Sumpfohreule (Otus brachyotus L.) sieht man im Wiesengelände nicht selten. Auf dem großen Meer beobachtete ich den Fischadler (Pandion haliaëtus L., „Fiskarend"), wie er nach senkrechtem Niedersturze seine Beute dem nassen Element enthob. Nach den Mitteilungen der Jäger durchstreifen auch Seeadler (Haliaëtus albicilla L.) öfter dieses Gebiet. Leider hat in den letzten Jahrzehnten der Vogelreichtum dieser interessanten Landschaft dadurch wesentliche Einbuße erlitten, daß infolge der beschleunigten Abwässerung und raschen Trockenlegung der Wiesen diese weit weniger animalische Nahrung spenden als ehedem. Während vor etwa 1½ Jahrzehnten und früher die Umgebung der Seeen vom Oktober bis Mitte März mit Wasser bedeckt war, wird sie jetzt schon in der zweiten oder dritten Dezemberwoche vom Überschwemmungswasser befreit; denn sobald im Spätherbst der Wind sich nach Osten dreht, beginnt ein energischer Sielzug, der das Land sehr bald trocknet. So mangelt den Vögeln die Nahrung. Dazu kommt, daß bei dem früher höheren Winterwasserstande offene Stellen („Waken") im Eise verblieben, die den Wasservögeln Ernährungsmöglichkeit boten. Auch diese „Waken" fehlen beim jetzigen niedrigen Winterwasserstande. So werden leider die Vögel aus dieser Gegend teils völlig verdrängt, teils derselben mehr und mehr entwöhnt.

Hinsichtlich der Reptilienfauna ist eine Notiz Eibens[1]) bemerkenswert, welche sagt, daß man im Jahre 1870 im großen Meere eine europäische Landschildkröte (Emys lutaria Mars.) gefangen habe. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß dieses Exemplar autochthon war. Seine Herkunft bleibt rätselhaft.

Das große Meer, die Hiwe und das Loppersumer Meer sind fischreiche Seeen. Hechte, Brassen („Bräs'm"), Barsche, Schleien, Karpfen, Aale kommen in großer Zahl vor. Die Aale sind namentlich zahlreich im Frühling und Herbst zur Zeit hohen Wasserstandes. Im großen Meere stehen zur Hauptfangzeit täglich 700—800 Aalnetze (Fuken). Besonders brachte der sehr regenreiche Sommer 1888 eine solche Menge von Aalen, daß sie nicht verkauft werden konnten, und viele

[1]) C. E. Eiben, Praktische Schulnaturgeschichte des Tierreichs. Hannover, Hahn, 1875, S. 227.

Digitized by Google

schon in den aufgestellten Aalnetzen starben. Hechte werden meist im Winter gefangen; alljährlich kommen Exemplare von 5—6 kg öfter vor. Einmal hat man ein Riesenexemplar von 12 kg Gewicht gefangen. Die Karpfen geraten nur dann in die aufgestellten Netze, wenn mehrtägiges Unwetter das Wasser sehr getrübt hat. Die Netze werden von den Fischern selbst gestrickt.

Am großen Meere leben fünf Haushaltungen allein vom Ertrage des Fischfanges (eine in Forlitz, drei in Bedekaspel und eine in Bedekaspeler Marsch). In Riepe wohnen zehn Haushaltungen, die als einzigen Nahrungszweig die Fischerei betreiben. Die Hiwe ernährt fünf Haushaltungen, das Loppersumer Meer eine. Doch läßt sich das Revier der Fischenden nicht scharf abgrenzen. Im Loppersumer Meer allein liegt nur eine Haushaltung der Fischerei ob, in der Hiwe fünf. Der Forlitzer und die drei Bedekaspeler fischen nur im großen Meer. Die Riepster fischen im großen Meer und in der Hiwe. Außerdem betreiben noch einige Personen zum Vergnügen die Fischerei auf Grund eines gelösten Fischereischeins. Trotzdem ist eine Überfischung dieser Landseeen nicht zu konstatieren, da allgemein behauptet wird, daß der Fischreichtum nicht zurückgeht.

Ein der Fischerei leider sehr schädlicher Mißstand muß hierbei zur Sprache gebracht werden. Die Emder Kesselschleuse vermag bei hoher Flut nicht zu verhindern, daß Salzwasser in diese fischreichen Süßwasserbecken gelangt. Am 10. September 1905 befuhr ich zum letzten Male die Hiwe. Mein Jollenführer sagte: „Sehen Sie das Schäumen des Wassers? Ein untrügliches Zeichen, daß es wieder salzig ist!“ Ich kostete das Wasser und merkte einen sehr deutlichen Salzgeschmack. Infolge dieses öfteren Versalzens des Süßwassers erblinden die Hechte durch Trübung der Hornhaut und Linse. Sie zeigen dann grauweiße Augen, lassen sich mit den Händen greifen oder sterben bald Hungers. Ich sah ihre Leichen öfter auf dem Wasser schwimmen. Ebenso erblinden die Brassen und sterben in großer Zahl dahin. Doch sind Barsche und Schleien (natürlich erst recht die Aale) sowie die Karpfen gegen die Versalzung des Wassers unempfindlich oder leiden wenigstens keinen bemerkbaren Schaden; denn sie erblinden nicht. Ihre Leichen sieht man niemals.

Die Hiwe ist nichts anderes als das nur etwas kleinere Ebenbild des großen Meeres. Der ganze Seegrund besteht aus Sand; nur im Süden und Westen sind zwei kleine Stellen mit Darg bedeckt. Unter dem Sande findet sich auch in der Hiwe an manchen Stellen der Ortstein. Die Hiwe stellt ein einheitliches Becken dar, dessen Westhälfte tiefer ist als die Osthälfte. In der Westhälfte habe ich nirgends über 1,50 m gemessen. Die Osthälfte ist kaum 1 m tief. Im nördlichen Teile sind die Ufer sehr zerschlagen, mehr noch am Ostufer südlich von der Einmündung des Heikschlootes, der die Hiwe mit dem großen Meere verbindet. Doch hat auch hier sorgsame Pflege der Ufer in den letzten 10—15 Jahren vieles gebessert. Ebenso ist hier ein langsames Anwachsen der Ufer im Westen und Süden festzustellen, während Nord- und Ostufer deutliche Erosionserscheinungen aufweisen.

Digitized by Google

Südlich von der Hiwe waren mir in den wegen der kürzlich vorgenommenen Verkoppelung frisch ausgeworfenen, etwa 1,25 m tiefen Gräben schöne Aufschlüsse geboten. Der Darg war 50 cm tief angeschnitten, aber nicht durchteuft. Zwischen der Bauerde und dem Darg lagerte eine 40 cm mächtige Schliekschicht, die durch Eiseninfiltration rötlich gefärbt erschien. Diese Schicht wird in trockener Zeit so hart, daß man sie kaum mit dem Spaten durchstechen kann. Leider haben die Eisenhydroxyde den Schliek (Marschboden) zum „Knick" umgewandelt, so daß er für den Landwirt ein arger Schädling wäre, wenn er aufs Land gebracht würde. Diese Marschschicht verdankt ihre Entstehung der Brackwassersedimentation, die also früher bis südlich von der Hiwe — wenigstens zeitweise — sich geltend machte und den Beweis liefert, daß das Brackwasser bis hierher gelangen konnte. Möglicherweise hat auch um das große Meer herum früher noch solche Überschliekung stattgefunden; doch gelang es mir nicht, dafür irgend welche Nachweise zu erbringen.

Die Abwässerung des Forlitzer Seeengebietes hat sich mit dem Bau des Ems-Jade-Kanals wesentlich geändert, indem die Abwässerungsschleusen von Emden nach der Knock und nach Greetsiel verlegt wurden.

Am Ostufer des großen Meeres sieht man auf jetzt schon verlandetem, rohrbewachsenem Ufersaum noch unverkennbare Anzeichen von etwa 6—8 früheren Hausstellen. Jedenfalls wurden diese Häuser bei Bedrohung durch hohes Winterwasser verlassen, abgebrochen und weiter ostwärts auf höheres Ufergelände verlegt. Die in alten topographischen Beschreibungen Ostfrieslands wiederholt auftretende Sage, daß das große Meer „schon früher die Wolder Kirche verschlungen" habe [1]), läßt sich durch nichts beweisen. Meine dahin gehenden Untersuchungen im September 1905 haben meine schon früher darüber ausgesprochene Ansicht nur noch befestigt, daß „alle Nachrichten über eine verschlungene Kirche einfach ins Reich der Fabel verwiesen werden" müssen [2]). Die im „Ostfriesischen Urkundenbuch" bei Urkunde 24, Note 5 geäußerte Ansicht, das große Meer „dürfte sich erst in späteren Zeiten bei Gelegenheit einer der vielen Sturmfluten gebildet haben," ist durch die vorliegende Arbeit wohl ebenfalls endgültig widerlegt worden.

Die nur dünn gesäten Siedelungen sind allesamt in langer Erstreckung erbaut, da keine Anhöhe zu rundlich angelegter Siedelung einlud, wie wir sie allenthalben auf der hohen Geest finden. Die Tieflage des Bodens zwang zur doppelreihigen Siedelung, um Hausstätte und Gartenland leicht höher legen oder durch Bedeichung schützen zu können gegen das herbstlich-winterliche Überschwemmungswasser und dadurch eine möglichst trockene Wohnstätte nebst Gartenland zu erzielen.

Das große Wiesengebiet der Meeden liefert den Bewohnern der

[1]) Johann Friedrich Bertram, Geogr. Beschreibung des Fürstentums Ost-Frießland und angräntzenden Harrlinger Landes. Aurich 1735, S. 32.

[2]) Rud. Bielefeld, Das Forlitzer Becken. Geologisch-botanische Skizze. S. 8. (Im 87. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden.)

Digitized by Google

hohen Geest, die einen großen Teil der Meedländereien in Besitz haben, das für den Winterbedarf nötige Heu, so daß man im Juli und in der ersten Hälfte des Augusts in dem ganzen Meedengebiet ein reges Leben findet. Flüchtig aufgebaute weiße Zelte gewähren den weit vom heimischen Herd entfernten Mähern Schutz gegen die Glut der Mittagssonne und ein bescheidenes Lager für die Nacht. Nach der Heuernte veröden dann die Meeden sehr. Manche Ländereien werden noch als Nachweide benutzt, bis die Herbstregen den Boden in einem solchen Grade erweichen, daß das Vieh aufgestallt werden muß. So sind die Meeden wirtschaftlich als eine Ergänzung im Landwirtschaftsbetriebe der hohen Geest aufzufassen, der sie das nötige Winterheu liefern.

Entwicklungsgeschichtlich, oro-hydrographisch und physiographisch, sowie im Hinblick auf die biogeographischen und wirtschaftlichen Verhältnisse bildet das Binnenland der Endmoräne die am schärfsten ausgeprägte Individualität in der Reihe der natürlichen Landschaften der ostfriesischen Geest, die nur an das glaziale Stromtal einige Anklänge aufzuweisen hat[1]). Ich hielt es für zweckmäßig, diesem ebenso interessanten, als fernab vom Verkehr liegenden und darum noch am wenigsten gekannten Gebiet, in dem sich in den nächsten Jahrzehnten infolge der veränderten Abwässerungsverhältnisse auch allmählich andere Zustände herauszubilden scheinen, eine eingehendere Betrachtung zu widmen.

4. Die hohe Geest.

Diagonal von Südosten nach Nordwesten sich erstreckend, lagert in der Mitte der ostfriesischen Halbinsel als oro-physiographisches Zentralgebiet die hohe Geest. Ihre Mittelachse wird fast genau angegeben durch den Landstraßenzug Detern-Filsum-Hesel-Bagband-Grossefehn-Aurich-Sandhorst-Tannenhusen-Westerholt. Das Gebiet der hohen Geest umfaßt (unter Abrechnung des mit eingeschlossenen Hochmoores) die durch folgende Linien umgrenzte Fläche: Leer-Hesel-Stiekelkamp - Timmel - Westersander - Westerende - Utwerdum - Schott-Westerholt-Leerhafe-Voßbarg-Grootsander-Detern; die Südgrenze bildet der Nordsaum des glazialen Stromtales. Diese größte und trefflich besiedelte natürliche Landschaft Ostfrieslands wird geologisch charakterisiert durch eine fast allenthalben nachzuweisende Beschüttung mit Decksand. Auch an ihrer Entstehung sind alle drei Perioden der Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Diluviums beteiligt. Von der Zeit des vorrückenden Eises gibt der am Ostsaume der hohen Geest liegende Durchragungszug von Middels beredtes Zeugnis. Die generellen Züge des Reliefs, in denen noch heute fast die ganze

[1]) Jedenfalls in ihren Siedelungsverhältnissen; denn das Wiesenmoor und die Tieflage des Bodens als siedelunghindernde Faktoren wiederholen sich hier. Die durch die Eigenartigkeit dieser Landschaft geprägten Dörfer Wiegboldsbur, Forlitz-Blaukarken, Barstede, Ochtelbur, Riepe, Riepsterhammrich, Siemonswolde und Hatshusen zeigen nach der Thieleschen Karte in ihrer Gesamtheit eine Bevölkerungsdichte von 33,66, die der des glazialen Stromtales mit rund 32 recht nahe kommt.

Digitized by Google

Landschaft sich dem Auge darbietet, verdankt sie der Periode des abschmelzenden Eises, welche die Grundmoränendecke mit einer von den Schmelzwasserbächen gleich nach der Ablagerung vielfach in Parallelstreifen zerschnittenen breiten Decke späthvitåglazialen Sandes beschüttete, welcher nach der Eiszeit bis in die Gegenwart hinein infolge seines Mangels an tonigen Partikelchen an der Ostflanke der hohen Geest leicht zum Spiele des Windes wurde, der hier große und kleinere Flachbecken ausräumte, die zu dauernden oder periodischen Wasserbecken wurden und die Gruppe der jüngsten Seeen Ostfrieslands ausmachen. Die flachen Parallelrücken der hohen Geest werden durch glaziale Erosionsrinnen in Gestalt seichter Furchen getrennt, welche einen Talboden besitzen, der nur 2—3 m tiefer liegt als die Mitte der herausmodellierten Flachrücken. Die breiten Talungen werden noch jetzt von je meist mit verschiedenen Namen belegten Bächen durchflossen, welche mit Ausnahme der bei Middels und Spekendorf nach Nordosten rinnenden Wässerlein sämtlich nach Südwesten abströmen ins Binnenland der Endmoräne oder ins glaziale Stromtal. Sie alle haben ein sehr geringes Gefälle, sind natürlich frei von jeglichem Geschiebe und führen nur in ganz bescheidenem Maße Sand mit sich. Manche von ihnen, die hauptsächlich aus dem Moore gespeist werden, zeigen braunes Wasser. Sie haben die späthvitåglaziale Decke durchschnitten und fließen nun auf der Grundmoräne, in die sie kaum hineingeschnitten haben. In dürren Sommern versiegen sie zuweilen ganz, so daß sich dann das Bett in viele kleinere und größere Pfützen auflöst. In der Mitte der hohen Geest bei Grossefehn und Strackholt und im Südosten im Uplenger Lande finden sich besonders weit nach Nordosten hinaufziehende glaziale Erosionsrinnen, die die hohe Geest völlig durchqueren und im Nordosten jenseit des Moores sich weiter fortsetzen, da sie in der Mitte Ostfrieslands von Torfsubstanz überdeckt werden. So ist es unverkennbar, daß das Aurich-Oldendorfer und das Leerhafer Tief in einer und derselben Talung fließen, die sich von Moorlage und Tunge nordostwärts nach Rispeler Hellmt und Rispel hinzieht. Der im Volksmunde als Bagbander Tief oder Sichter benannte, zwischen Voßbarg und Zwischenbergen fließende Bach (auf der Probstschen Karte als Ostertief bezeichnet) benutzt eine Flachrinne, die nordostwärts jenseit des Moores durch das Wieseder Tief gekennzeichnet wird. Ebenso durchfließen das Friedeburger Tief und die zwischen Poghusen und Neudorf südwestwärts hinabrinnende Großoldendorfer Ehe dieselbe glaziale Furche, wie auch das Zeteler Tief und die zwischen Stapel und Meinersfehn hinabfließende Ehe, die unterhalb Deterns in die Jümme mündet, derselben glazialen Erosionsrinne ihre Entstehung verdanken. Die hohe Geest gehört mit Ausnahme der Grundmoränenlandschaft von Ogenbargen noch ganz dem Stromgebiete der Ems an. Die Wasserscheide zwischen der Ems und den östlichen Küstenflüßchen liegt auf der Linie Oltmannsfehn-Diedrichsfeld-Westerholt.

An die aus regelmäßig aneinander gereihten Parallelbändern späthvitåglazialer Rücken zusammengesetzte Landschaft, die die echte hohe Geest mit den „hoogen Loogen“ (hohen Dörfern) darstellt,

Digitized by Google

schließt sich im Nordosten mit den Dörfern Ogenbargen und Ardorf ein Landstrich, welcher von Decksand völlig entblößt ist und somit eine echte Grundmoränenlandschaft bildet, die den Übergang vermittelt zu dem angrenzenden Gebiete der deckenförmigen Innenmoräne im Nordosten. Der hier unmittelbar unter der Ackerkrume oder auch frei zu Tage liegende Geschiebelehm wird bei Ogenbargen und Ardorf in mehreren Ziegeleien, die seinen Abbau aufs eifrigste betreiben, zu Ziegelsteinen verarbeitet. Der verwitterte Geschiebelehm dient in Plaggenburg und Aurich als Rohmaterial bei der Töpferei.

Die Ostflanke der hohen Geest ist bis in die Gegenwart hinein den aufbauenden, zerstörenden und ausräumenden Wirkungen der äolischen Kräfte unterworfen gewesen, die hier große Dünengelände aufbauten wie in Hollsand bei Großoldendorf, bei Kloster Barthe, in Osteregels, bei Meerhusen und Diedrichsfeld, in Terheide bei Westerholt u. a. O., zugleich auch mehr oder weniger ausgedehnte Flachbecken der äolischen Ausräumung schufen, von denen das Brookzeteler Meer, das nunmehr bewaldete Ostermeer bei Bernutsfeld und das längst besiedelte Wieseder Meer [1]) die größten sind. Es ist überall das oberste Glied des Diluviums, der Decksand, der den Wirkungen der Winde ausgesetzt ist. Wie rasch austrocknend und in welch hohem Grade flugfähig der Decksand hier an der Ostflanke der hohen Geest ist, konnte ich im Frühlinge 1904 sehr schön in der Gemarkung Schwerinsdorf beobachten. Hier hatte man in der zweiten Hälfte des Monats März einen 1200 m langen und 4 m tiefen Grenzgraben ausgeworfen, der am 1. April vollendet worden war. Der ganze Aufschluß zeigte einen sehr einförmigen Bau des Späthvitåglazials und des Grundmoränenlehms. Unter der humosen Heideerde lagerte etwa $2^1/_2$ m Decksand, dessen Liegendes der mit zahlreichen kleinen Blöcken durchsetzte Geschiebelehm bildete, den man nirgends durchteuft hatte. Ich besuchte diese Stelle am 13. April 1904, dem zweiten trockenen Tage nach langer regnerischer Witterung, und sah, wie schon der Ostwind sich des ausgeworfenen Sandes bemächtigte, ganze Wolken aufwirbelte und mit der Dünenbildung an dem ihm namentlich preisgegebenen Ostende des aufgeworfenen Sandwalles einsetzte, wo ausgewehte Vertiefungen und im Entstehen begriffene Dünen deutlich zu erkennen waren. Vorgenommene Ausschlemmungen zeigten mir, daß der Sand absolut frei ist von tonigen Beimengungen. (Daraus erklärt es sich auch, daß so geringe Spuren von Eiseninfiltrationen angetroffen wurden.) Diese Eigenschaft befördert seine rasche gründliche Austrocknung und damit seine Flugfähigkeit in hohem Maße und machen ihn außerordentlich geeignet zu äolischen Bildungen, die ganz besonders der Ostflanke der hohen Geest eigen sind, wo sie hin und wieder verderblich gewirkt haben. So sahen sich die Bauern von Großoldendorf in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts genötigt, die nördlich vom Dorfe sich bildenden Dünen mit Kiefern zu bepflanzen, weil sie

[1]) Friedrich Arends berichtet über die Trockenlegung dieses Landsees (a. a. O. S. 157): „Im Jahre 1733 wurde dieses Meer auf Veranstaltung des damaligen Regierungsrats Seb. Eberh. Jhering vermittels eines Abzugsgrabens seines Wassers entledigt."

Digitized by Google

vermöge ihrer Wanderfähigkeit drohten, das Ackerland zu bedecken. Friedrich Arends berichtet (a. a. O. S. 177) darüber schon 1824: „Von Oldendorf an, wo viele Schafe sind, dehnt sich die Heide nordseits noch weit aus, überall mit Eichenstubben und Gestrüpp bewachsen, weiterhin viele Sanddünen, die eine ovale Vertiefung umgeben, oft seltsamer Gestalt, teils ganz oder halb mit Heide bewachsen, teils bloßen Sandes, ein Spiel der Winde, die meisten mit am Boden kriechendem Eichengestrüpp und alten Zwergeichen besetzt. Das ganze erinnert an die öden Gegenden des hohen Nordens." Hier im jetzigen Privatforste Hollsand (holl = locker) liegen die höchsten Punkte der ostfriesischen Halbinsel. Den höchsten Punkt der ostfriesischen Geest bildet der Gipfel einer alten, bepflanzten Düne, nicht weit östlich vom Wege, der von Großoldendorf nach der Kolonie Neufirrel führt; er liegt 18,5 m über Normalnull. Sonst zeigen die alten infolge der Beforstung mit Kiefern nun längst zur Ruhe gekommenen Dünen von Hollsand absolute Höhen von 16,2 m, 16 m, und 14,4 m. Auch in Kloster Barthe, Osteregels und Meerhusen hat man seit langer Zeit durch Kiefernpflanzungen die Dünen zu befestigen verstanden. Wie in Hollsand bedurfte es auch in Brookzetel der Anpflanzung von Kiefern (zu denen sich hier noch Eichen gesellen), um der verderblichen Überdeckung des Baulandes mit sterilem Flugsande vorzubeugen.

Die durch äolische Ausräumung entstandenen flachen Becken, von denen das größte, das Brookzeteler Meer, eingehender besprochen worden ist, sind zum Teil der Kultur gewonnen, wie das Wieseder Meer und die meisten der neun kleinen Becken von Neegenmeerten, während andere, wie beispielsweise das Ostermeer bei Bernutsfeld, mit Kiefern beforstet worden sind. Manche verwandeln sich im Herbste in kleine Landseeen, die durchziehenden Wasservögeln willkommene Rastplätze gewähren, in den Frühlingsmonaten aber bald wieder austrocknen, so daß an Stelle des kleinen Landsees ein ödes Sandfeld erscheint.

Die hohe Geest ist, nach ostfriesischen Verhältnissen betrachtet, nicht arm an zum Teil prächtigen Waldungen. Bei Aurich sind es Eikebusch und Ochsenmeer, die hübschen Wäldchen von Eschen und Wilhelminenholz, der Egelser Wald, die Kiefernheidewälder von Meerhusen, Neuenwalde, Osteregels, im südlichen Teile der Kiefernheidewald von Kloster Barthe, eine Reihe kleiner Privatgehölze im Uplengenerlande, sowie der Wald von Logabirum.

Die Landstraßen der hohen Geest folgen den alten Postwegen und Handelsstraßen, deren eine von Leer über Hesel und Remels nach Oldenburg und Bremen führte, von der sich eine zweite von Hesel nach Aurich abzweigte. Aurich hatte alte Verbindungen über Ogenbargen nach Wittmund und Jever und über Viktorbur und Engerhafe nach Norden und Emden. Die erste Landstraße Ostfrieslands wurde daher auch auf der hohen Geest angelegt, nämlich 1836—1840 von Leer nach Aurich.

Die zahlreichen alten, wirtschaftlich gut fundierten Bauerndörfer der hohen Geest sind allesamt in rundlicher Form erbaut im Gegensatz zu den doppelreihigen Siedelungen des Endmoränenbinnenlandes.

Digitized by Google

Sie machen daher einen anmutigen, freundlichen Eindruck mit ihren sauberen, typischen ostfriesischen Bauernhäusern, deren jedes mit einem wohlgepflegten Garten umgeben ist, in dem Obstbäume niemals fehlen. In ihrer nächsten Nachbarschaft liegt stets die „Gaste", jene einheitliche, nur durch Grenzraine oder Wälle zerteilte Fläche trefflich bewirtschafteten uralten Ackerlandes, auf dem seit unvordenklichen Zeiten das nötige Brotkorn gezogen wird. Diese alten Gasten sind kultivierte Flächen des Späthvitåglazials. Daneben hat die hohe Geest namentlich gutes Weideland und nährt daher treffliches Rindvieh. Doch reicht das Wiesengelände namentlich in der Auricher Gegend zur Gewinnung des nötigten Heuvorrats nicht aus, so daß die Landwirte der hohen Geest einen wesentlichen Teil des für den Winterbedarf zu beschaffenden Heus aus dem Meedengebiet im Binnenlande der Tergaster Endmoräne erhalten [1]). In der Mitte der hohen Geest und zugleich Ostfrieslands liegt die Stadt Aurich, früher schon durch den Treckfahrtkanal mit Emden verbunden. Sie war bereits zur Zeit der Cirksenas lange die Hauptstadt des Fürstentums Ostfriesland und ist noch jetzt der Sitz der Regierung. Auf demselben späthvitåglazialen Flachrücken liegt die historisch berühmte Stätte des Upstalsboomes, wahrscheinlich eines alten Hünengrabes, auf dem vom 12. bis ins 14. Jahrhundert hinein die Vereinstage der Friesen abgehalten wurden. Auf dem südlichen, einem Vorgebirge vergleichbaren Vorsprunge der hohen Geest liegt Leer, als Brückenstadt schon früher von Bedeutung, als Hafenstadt an dem Schiffsverkehr der unteren Ems nicht unwesentlich beteiligt. Östlich von Leer liegt das anmutige Dorf Loga mit einem prächtigen Herrensitze, dem die beiden Schlösser Evenburg und Philippsburg angehören. Am Saume der hohen Geest sind, besonders an deren Ostflanke, zahlreiche Moorkolonieen entstanden, denen man in neuerer Zeit Hoffnung auf baldige Kanalverbindungen erweckt. Möchte sie sich in naher Zukunft verwirklichen! Am Südostsaume liegen die beiden 1825 vom Königreich Hannover ins Leben gerufenen Fehngründungen des Süd- und Nordgeorgsfehns, die in hoffnungsvollem Aufblühen begriffen sind, während die Mitte der hohen Geest von Grossefehn und Spetzerfehn quer durchschnitten wird. Auch der Ems-Jade-Kanal durchquert die hohe Geest, ohne bisher auf ihre siedelungsgeographischen Verhältnisse wesentlichen Einfluß ausgeübt zu haben.

Abgesehen von der Ogenbarger Grundmoränenlandschaft, die oro-hydrographisch und darum auch siedelungsgeographisch vom Charakter der hohen Geest abweicht, liegen die Siedelungen, entsprechend den parallelen Flachrücken, in welche die hohe Geest in der Abschmelzperiode des nordostwärts zurückweichenden Inlandeises zerschnitten wurde, in Reihen, die sich von Südwesten nach Nordosten erstrecken. Es sind von Nordwesten nach Südosten auffolgend nachstehende Siedelungsreihen:

1. Oldeborg-Upende-Münkeboe;
2. Utwerdum-Viktorbur-Ostviktorbur;

[1]) Ein nicht unbedeutender Teil jenes Wiesengeländes wird daher als „Auricher Meede" bezeichnet.

Digitized by Google

3. Walle-Georgsfeld-Tannenhusen;
4. Extum-Sandhorst-Plaggenburg;
5. Westerende-(Upstalsboom-)Rahe-Haxtum-Aurich;
6. Westerfeld-Kirchdorf-Wallinghusen;
7. Kirchdorferfeld-Popens-Egels;
8. Schirum-Wiesens-Brookzetel;
9. Westersander-Ostersander-Holtrop-Felde;
10. Timmel-Ulbargen-Auricholdendorf-Wrisse-Moorlage; (Durchquerung der hohen Geest durch die flachen Rinnen, in denen Großefehn und Spetzerfehn angelegt wurden);
11. Bagband-Strackholt-Voßbarg;
12. Süderneuemoor-Fiebing-Zwischenbergen;
13. Hesel-Schwerinsdorf-Firrel-Klein- und Großoldendorf-Neudorf;
14. Leer-Loga-Logabirum-Brinkum-Holtland;
15. Filsum-Lammertsfehn-Selverde-Remels;
16. Jübberde-Bühren-Spols-Poghusen;
17. Detern-Hollen-Kleinsander-Grootsander.

5. Die Innenmoränenlandschaft im Nordwesten.

Dieses nach dem zu Ostfriesland gehörenden Stück des glazialen Stromtals kleinste natürliche Gebiet der ostfriesischen Geest gleicht einem Dreieck, dessen Grundlinie durch die Gerade Schott-Westerholt dargestellt wird, während die beiden anderen Seiten mit den fast geradlinig verlaufenden Grenzscheiden zwischen Marsch und Geest identisch sind, an deren Scheitelpunkt das Dorf Sandbauerschaft bei Norden liegt. Die ganze Landschaft gleicht einer diluvialen Tafel, welche kaum schwache Geländewellen erkennen läßt und meist 3—5 m über Normalnull liegt. Sie ist in einem nicht unbedeutenden Teile, zumal im Südosten, mit Hochmoor überlagert, in welchem 1794 von der Norderfehnkompanie eine Fehngründung, das Norder oder Berumer Fehn, ins Leben gerufen wurde. Durch die inglazialen Ablagerungen ist die Fruchtbarkeit des Geestbodens hier wesentlich beeinträchtigt, was mit zur Bewaldung mancher Strecken beigetragen hat. Der Wald besteht ganz in Privatforsten, die den beiden am Nordsaum der Geest so schön gelegenen Herrensitzen von Lütetsburg[1]) und Nordeck angehören, welche durch prächtige neue Schlösser ausgezeichnet sind. Neben dem Nadorster Gehölz, Tidofeld und Juliusholz ist ganz be-

[1]) Die Lütetsburg wurde von Lütet Manninga erbaut, dem ersten Häuptlinge von Westeel, Bergum und Lütetsburg, der 1378 starb. Dieses tapfere Geschlecht der Manningas erlosch 1588 mit dem Tode Unico Manningas im Mannesstamme. Unico Manningas einzige Tochter und Erbin Hyma vermählte sich mit Wilhelm von Inn- und Knyphausen, dessen Nachkommen noch heute Besitzer des Schlosses und Stammgutes Lütetsburg sind. Friedrich Arends sagt (a. a. O. S. 404 u. 405): „Die Familie von Inn- und Knyphausen-Lütetsburg ist die angesehenste in Ostfriesland und hat seit den letzten beiden Jahrhunderten großen Einfluß auf dessen Geschichte gehabt. Sie hielt sich immer zu den Ständen und der Stadt Emden, war daher eine kräftige Stütze des Volkes und trug durch ihren Einfluß und Mut viel zur Aufrechterhaltung der Rechte desselben bei. Manche ausgezeichnete Männer gingen aus ihr hervor. Einen großen Namen besonders erwarb sich Dodo, zweiter Sohn Wilhelms, im dreißigjährigen Kriege. . . . In der Schlacht bei Lützen führte er als Feldmarschall die Infanterie an und trug da-

Digitized by Google

sonders der prächtige Lütetsburger Park hervorzuheben mit seinen herrlichen, fast 150jährigen Edeltannen, die sich durch kräftige Bewurzelung der so oft stürmischen Witterung in dem Maße angepaßt haben, daß sie, einzeln oder in kleinen malerischen Gruppen freistehend, auch den heftigsten Stürmen Trotz zu bieten vermögen. Im Innern der Innenmoränenlandschaft liegen nur jüngere Siedelungen, während der ganze Saum von Dörfern und Flecken, die sich einer Perlschnur gleich aneinander reihen, sowie von der Stadt Norden eingenommen wird. Alle diese zum Teil recht bedeutenden Ortschaften fanden auf den äußersten Geestvorsprüngen gute Siedelungsstätten; wirtschaftsgeographisch aber wurzeln sie zumeist in der fruchtbaren Marsch mit ihren fetten Wiesen und ihrem ertragreichen Ackerlande. Hierher sind außer der Stadt Norden zu rechnen die meist schon sehr alten Siedelungen Westerholt, Arle, Westerende, Berum, Hage, Lütetsburg, Nadorst, Osteel, Marienhafe, Upgant, von denen Marienhafe durch den 1402 zu Hamburg hingerichteten Seeräuber Klaus Störtebäker, der sich als Haupt der Viktualienbrüder lange Zeit in der Marienhafer Kirche festgesetzt hatte, und Osteel durch Pastor David Fabricius und seinen Sohn, Magister Johannes Fabricius, den Entdecker der Sonnenflecke [1]), historisch berühmt geworden sind. Daher ist es durchaus geographisch bedingt, daß die alten Straßenzüge auf der Geest nahe an der Marschgrenze liegen. Sie werden jetzt naturgemäß durch die beiden Landstraßen bezeichnet: Georgsheil-Marienhafe-Osteel-Nadorst-Norden und Westerholt-Arle-Westerende-Berum-Hage-Lütetsburg-Norden.

6. Die Innenmoränenlandschaft im Nordosten.

Die Innenmoränenlandschaft im Nordosten wird durch die Gerade Westerholt-Leerhafe von der hohen Geest abgetrennt; sie umfaßt das Viereck Westerholt-Seriem-Asel-Leerhafe. Diese Gegend zeichnet sich der

durch viel zur Erkämpfung des Sieges bei. Nach noch vielen anderen Siegen fiel er zuletzt 1636 in der Schlacht bei Haselünne, durch eine Kugel in den Kopf getroffen. Seine Gebeine ruhen in der Kirche zu Jennelt." — Der jetzige Herr des Schlosses und Stammgutes, Fürst Edzard von Inn- und Knyphausen und zu Lütetsburg, wurde von Kaiser Wilhelm II. in den Fürstenstand erhoben. Er ist Reichstagsabgeordneter des I. hannoverschen Wahlkreises (Leer-Emden-Norden) und Präsident des preußischen Herrenhauses.

[1]) David Fabricius, der berühmte Astronom, wurde am 9. März 1554 a. St. in Esens geboren. Er war Pastor zu Osteel vom Anfange des Jahres 1603 bis zum 7. Mai 1617 a. St., an welchem Tage er von dem Bauer Frerik Hoyer ermordet wurde. Am 27. Februar 1611 a. St. entdeckte hier in Osteel sein Sohn Johannes die Sonnenflecke. Der Briefwechsel des David Fabricius mit Johann Kepler, Tycho de Brahe und anderen Gelehrten „umfaßt 20 Folianten, von denen 16 auf der Sternwarte zu Pulkowa bei St. Petersburg und 4 in Wien aufbewahrt werden. Die im 10. Bande enthaltenen Briefe zwischen Fabricius, Kepler und Tycho de Brahe bestehen meistenteils aus großen, wissenschaftlich sehr wichtigen Abhandlungen." (Das Fabriciusdenkmal zu Osteel, Kreis Norden. Im 80. Jahresberichte der naturforschenden Gesellschaft in Emden für 1894/95, S. 43, 44.) Auf Veranlassung der naturforschenden Gesellschaft in Emden wurde den beiden Astronomen am 13. November 1895 auf dem Friedhofe zu Osteel ein schönes Denkmal errichtet. Diese beiden ostfriesischen Astronomen, welche unter den schwierigsten Verhältnissen mit sehr bescheidenen Mitteln und unvollkommenen Instrumenten in der Einsamkeit des weltabgeschiedenen Bauerndorfes ihren astronomischen Forschungen oblagen, müssen das lebhafte Interesse jedes Geographen wachrufen.

Digitized by Google

Innenmoränenlandschaft im Nordwesten gegenüber orographisch durch eine deutliche Abdachung gegen Nordosten und das gut entwickelte hydrographische Netz der Harle aus, während es in den nur schwach ausgeprägten Geländewellen jener Gegend im Nordwesten Ostfrieslands durchaus ähnlich ist. Hier wie dort wird die geringe Fruchtbarkeit mancher Strecken durch die deckenförmig entwickelte Innenmoräne hervorgerufen, weshalb auch hier verhältnismäßig große Flächen mit Kiefernheidewald bestanden sind. Im westlichen Teile sind es der Wald von Schoo und die noch jugendliche Kiefernaufforstung bei der Domäne Schafhaus, die den kargen Heideboden bedecken, während zwischen Ogenbargen und Wittmund die deckenförmige Innenmoräne den ziemlich umfangreichen Wittmunder Wald (Kiefernheidewald) trägt. An den Grenzen ist die Innenmoränenlandschaft hie und da von den beiden obersten Gliedern des Diluviums entblößt und bietet sich dann dem Auge als echte Grundmoränenlandschaft dar, so z. B. bei der Ziegelei in Heggelitz nordwestlich von Ardorf und bei der Moorweger Ziegelei südlich von Esens. Da die obersten Partieen des Frühhvitåglazials an vielen Orten aus kalkreichem Tonmergel bestehen, so ist die Landwirtschaft in die angenehme Lage versetzt, auf wohlfeile Art treffliches Material zur Verbesserung des Bodens zu gewinnen. Bei Poggenkrug unmittelbar südlich von der Landstraße Ogenbargen-Wittmund findet sich die einzige Stelle im ostfriesischen Diluvium, wo ein ausbeutbares Töpfertonlager aufgeschlossen wurde.

Diese Landschaft wird durch das Flußsystem der Harle bewässert, die in der Gegend von Ardorf dem Moore entquillt. Sie fließt in einer glazialen Talung bis Wittmund nach Nordosten, wendet sich dann aber, ein postglazial geschaffenes Rinnsal benutzend, in vielfach geschlängeltem Laufe nordwärts, um bei der Friedrichsschleuse in das Wattenmeer zu münden. Ihr bedeutendster Nebenfluß ist das Falster Tief, das bei Middels-Westerloog entspringt, ebenfalls nordostwärts fließt und der Harle bei Endzetel tributär wird. Die Harle gab dieser politisch zeitweilig vom eigentlichen Ostfriesland abgetrennten Gegend den Namen des Harlingerlandes.

Im Hinblick auf die Siedelungen gleicht diese Gegend wiederum durchaus der Innenmoränenlandschaft im Nordwesten; denn auch hier liegen im Innern fast nur unbedeutende, junge Siedelungen, während die größten, ältesten und wohlhabenden Ortschaften perlschnurartig den Saum der Geest umkränzen und dabei in ihren wirtschafts-geographischen Interessen wesentliche Beziehungen zur fruchtbaren Marsch aufweisen. Von ihnen seien genannt: Asel, der Flecken Wittmund, Uttel, Bleersum, Buttforde, Werdum, Thunum, die Stadt Esens, Sterbur, Damsum, Roggenstede, Utarp.

7. Die Landschaft der Geröllåsar im Osten.

Die Landschaft der Geröllåsar im Osten erhält ihr orographisches Gepräge durch die Innenmoräne, welche neben deckenförmiger Entwicklung sich zu Geröllhügeln und Geröllåsar formt, nach denen dieses Gebiet seine Bezeichnung trägt. Es wird gut abgegrenzt durch die

Digitized by Google

beiden Geraden Leerhafe-Wiesederfehn und Wiesederfehn-Barger Schäferei (an der oldenburgischen Grenze) und weiterhin durch die oldenburgische Grenzlinie. Doch gehört der östlichste Teil des Kreises Wittmund mit Dykhusen und Neustadt-Gödens bereits der Marsch an.

Trotz ihrer nahen geognostischen Verwandtschaft mit den Innenmoränengebieten im Nordwesten und Nordosten bildet diese natürliche Landschaft Ostfrieslands doch eine physiographisch trefflich charakterisierte Individualität, die manche Züge mit der hohen Geest gemeinsam hat. An der Nordgrenze finden wir auch hier eine Grundmoränenlandschaft, diejenige von Rispel, als Übergangsgebiet, auf dem die bedeutende Rispeler Ziegelei den zu Tage liegenden Grundmoränenlehm in umfangreichem Maße zur Ziegelfabrikation ausbeutet. Südlich davon beginnt die deckenförmige Innenmoräne von Reepsholt und Abickhafe, die sich in der Umgebung von Friedeburg wiederholt, während im südlichen Teile die heidebedeckten Geröllhügel der Landschaft ein eigenartiges Gepräge geben. Diese Hügelreihe schließt in den Geröllåsar von Etzel unvermittelt ab. Hier beginnt ein nach Osten sich erstreckendes, echtes Meedengebiet, das hier ebenso den Übergang zur Marsch bildet wie im westlichen Ostfriesland, worin diese Gegend dem Binnenlande der Tergaster Endmoräne ähnelt. Die in dieser Landschaft wiederkehrenden glazialen Erosionsrinnen und die zwischen ihnen gelagerten Flachrücken erinnern den Beobachter lebhaft an die hohe Geest. Zwischen Leerhafe und Rispel bezeichnet eine solche Talung den Lauf des Rispeler Tiefs. Ebenso benutzt das von Wiesede nach Reepsholt hinabfließende Wieseder Tief eine solche flache Rinne und in gleicher Weise das von Hopels über Friedeburg nach Hoheesche hinabrinnende Friedeburger Tief. Zwischen den von der Barger Schäferei nach Etzel sich hinziehenden beiden Geröllhügelreihen fließt als echter Åsgraben die Bietze, die daher nach Entstehung und Alter von den anderen Bächen dieser Gegend abweicht. Sie wendet sich nördlich von der östlichen Hügelreihe infolge künstlicher Ablenkung — um ein größeres Gefälle und damit bessere Abwässerung zu erzielen — jetzt ostwärts nach Horsten, während ihr natürliches Stromtal sich nordostwärts nach Schloß Gödens hinab erstreckt.

Wie schon in den Geröllhügeln und Geröllåsar, so zeigt diese Landschaft auch in jenem Åsgraben eine bemerkenswerte Parallele mit dem Vorlande der Tergaster Endmoräne, da auch die zwischen dem Diele-Stapelmoorer Geschiebeås und dem Steenfelder Geröllås gelegene glaziale Rinne, die jetzt von der später hierher verlegten Ems durchflossen wird, nichts anderes als einen ursprünglichen Åsgraben darstellt. Die zwischen den glazialen Talungen liegenden diluvialen Flachrücken und Höhen sind meist durch inglaziale Ablagerungen charakterisiert und nur hin und wieder von kleinen Grundmoränenlandschaften unterbrochen wie z. B. bei der Marxer Ziegelei. Südlich von Rispel und südlich von der von Wiesederfehn nach Friedeburg führenden Landstraße sind die unfruchtbaren Strecken mit Kiefernheidewäldern bestanden, von welchen der Karl-Georgsforst, der Knyphauser Wald und der Wald von Hopels hier genannt sein mögen.

Das Hünengrab von Stapelsteen an der Landstraße von Friede-

Digitized by Google

burg nach Horsten deutet mit Sicherheit darauf hin, daß diese Gegend schon in prähistorischer Zeit bewohnt war. Die Siedelungsverhältnisse sind von denen der Innenmoränenlandschaften grundsätzlich verschieden; sie ähneln vielmehr außerordentlich denjenigen der hohen Geest. Auch hier liegen die alten Dörfer auf den Höhen und neben ihnen die alte Gaste. Das hohe Alter dieser Siedelungen, welche mit zu den schönsten und anmutigsten Dörfern der ganzen ostfriesischen Geest gehören, dokumentiert die ehrwürdige, fast ganz aus erratischen Blöcken aufgeführte Kirche von Marx[1]).

Als noch junge Siedelungen sind besonders die Moorkolonieen Wiesederfehn und am Ems-Jade-Kanal Marcardsmoor bemerkenswert. Letztgenannte Kolonie ist eine staatliche Gründung der allerjüngsten Zeit. Sie bezweckt die Kultivierung des Moorbodens, also der Torfsubstanz, im Gegensatz zur Fehnkultur, welche das Moor erst abgräbt und als Torf verwertet, um alsdann den diluvialen Untergrund des Moores zu kultivieren. Die Kolonie macht mit ihren schmucken, sauberen Ziegelbauten einen außerordentlich sympathischen Eindruck.

Ebenso wie auf der hohen Geest liegen auch hier die Siedelungen in Reihen auf den Flachrücken, die sich zwischen den glazialen Talungen in gleicher Weise von Südwesten nach Nordosten erstrecken. Es sind die Siedelungsreihen:

1. Wiesedermeer-Rispeler Hellmt-Rispel;
2. Reepsholt-Hoheesche-Abickhafe-Dose;
3. Wiesederfehn-Wiesede-Friedeburg-Hesel;
4. Marx-Hohejohls-Etzel;
5. Hohemoor-Kleinhorsten-Horsten.

Zahlreiche interessante Momente der Geologie und Geographie der ostfriesischen Geest kann man hier in der Landschaft der Geröllåsar im Osten in gut charakterisierten individuellen Zügen auf engem Raume zusammengedrängt trefflich studieren. Es finden sich deutliche Anklänge an sämtliche natürliche Landschaften der ostfriesischen Geest mit Ausnahme des glazialen Stromtales.

---

[1]) Überhaupt stehen wir hier auf sehr interessantem historischen Boden. Das Dorf Reepsholt besaß in alter Zeit ein Kloster, von dessen Stiftung zuverlässige Nachrichten überliefert worden sind. Als gegen das Ende des 10. Jahrhunderts diese Gegend (Ostringa oder Asterga genannt) zu den Besitzungen Herzog Bernhards I. gehörte, der ein Sohn Hermann Billungs war, schenkten die beiden Schwestern Wendela und Reyngard im Jahre 983 ihr ganzes Vermögen in Gestalt zweier ansehnlicher Höfe zu Ripesholt und More im friesischen Gaue Ostringa an die Kirche zu Bremen zur Erbauung eines Klosters in Ripesholt. Kaiser Otto II. bestätigte diese Schenkung am 9. Juni 983 zu Verona, worauf Erzbischof Adaldagus von Bremen den Grund zum Kloster legte, das er dem heiligen Moritz weihte. (Wiarda, Ostfriesische Geschichte I, S. 140.) Die Friedeburg wurde 1359 von Edo Wiemken erbaut. 1491 fand hier Graf Enno I. auf tragische Weise im Burggraben seinen Tod, als er, von einer Pilgerreise aus dem heiligen Lande soeben heimkehrend, nach der Friedeburg eilen mußte, um den Drosten Engelmann, der seine Schwester Almuth aus der Burg zu Aurich entführt hatte, zur Rückgabe zu zwingen. Nach einer Unterredung mit Engelmann auf dem eisbedeckten Burggraben wollte er zornentbrannt diesem in die Burg folgen. In voller Rüstung versuchte er, von zwei ebenfalls geharnischten Mannen begleitet, das Eis des Burggrabens zu überschreiten; er brach aber ein und ertrank.

Digitized by Google

Daher kann diese Landschaft der Geröllåsar im Osten mit Recht als das geo-morphologische Miniaturbild der ostfriesischen Geest bezeichnet werden.

Schließlich sei hier noch eines modernen Menschenwerkes Erwähnung getan, das in Zukunft auf die Siedelungsverhältnisse Ostfrieslands nicht ohne Einfluß bleiben kann. Es ist der Ems-Jade-Kanal, der die Landschaft der Geröllåsar im Osten durchschneidet und daher nicht mit Stillschweigen übergangen werden darf. Er hat nicht bloß den Zweck, eine binnenländische Schifffahrtsverbindung von Emden über Aurich nach Wilhelmshaven herzustellen, sondern er soll auch die durch die Depression des Binnenlandes der Tergaster Endmoräne recht schwierige Ableitung der Moorwässer durch die höher gelegene bedeichte Marsch bewerkstelligen. Der Ems-Jade-Kanal bildet die Verlängerung des Emder Fahrwassers ostwärts über das Stadtgebiet hinaus, das er in der bekannten Emder Kesselschleuse verläßt, die ihn sowohl gegen das Emder Hafengebiet als auch gegen das ihn hier kreuzende Fehntjer Tief abschließt, das von Oldersum nach Emden künstlich weiter geführt worden ist. So kann er hier auf drei Schiffahrtswegen erreicht werden. Beim Dorfe Westerende empfängt er einen Speisegraben in dem Ringkanal, der das westlich und nordwestlich von Aurich gelegene Hochmoor entwässern soll und einen Teil jenes Moorwassers, das früher durchs Binnenland der Tergaster Endmoräne zum Dollart oder zur Leybucht abströmte, in den Ems-Jade-Kanal liefert. Der Ringkanal ist aber auch der einzige Speisegraben des Ems-Jade-Kanals; denn die geplanten Zuleitungen aus dem Emsgebiete sind nicht mehr zur Ausführung gekommen. Von Aurich an durchschneidet der Kanal die hohe Geest, das Hochmoor und die Landschaft der Geröllåsar im Osten in fast genau östlicher Richtung. Er hat eine Länge von 70 km; seine Sohlenbreite beträgt 8,5 m, die Spiegelbreite 16,5 m bei 2,0 m Wassertiefe. Von Emden bis Aurich wurde beim Kanalbau das erweiterte Bett des früheren Treckfahrtkanals benutzt. 2,2 km westlich von Aurich liegt in der Feldmark Rahe die erste, östlich von Aurich beim Dorfe Wiesens die zweite Schleuse, von denen die 11,5 km lange Scheitelhaltung des Kanals begrenzt wird. In zwei weiteren Schleusen erfolgt dann der Abstieg von der hohen Geest nach Wilhelmshaven, wo der Kanal durch die Schleuse am neuen Hafen abgeschlossen wird gegen den Jadebusen. Die Schleusen haben 33 m Kammerlänge, 6,5 m Torweite und 2,1 m Drempeltiefe. Nur die Wilhelmshaver Schleuse zeigt bei 7,5 m Torweite eine Länge von 50 m. Die Tragfähigkeit der Schiffe darf 120 t nicht wesentlich überschreiten.

Der Ems-Jade-Kanal wird im weiteren Ausbau des ostfriesischen Hochmoorkanalnetzes die große Mittelachse bilden und daher im Laufe der Zeit ein wichtiger Faktor werden bei der Kolonisation der großen Moorflächen der ostfriesischen Halbinsel. So wird er in hohem Maße zur Schaffung neuer Siedelungsmöglichkeiten, zur Hebung der Landwirtschaft und zur Förderung des Volkswohlstandes beitragen.

Digitized by Google

V. Klimatographisches.

1. Allgemeines.

Über das Klima Ostfrieslands verdanken wir dem langjährigen meteorologischen Beobachter in Emden, Professor Dr. Prestel, eine ausgezeichnete Monographie [1]). Im engen Rahmen der vorliegenden Arbeit mag daher eine Beschränkung auf die klimatischen Haupttatsachen angezeigt erscheinen, wobei natürlich auch die weitere Umgebung der ostfriesischen Geest mit in Betracht gezogen werden muß.

Auf der Breite der Azoren liegt südwestlich vom europäischen Kontinent fast beständig ein barometrisches Maximum, im Nordwesten von Mitteleuropa aber über dem nördlichen atlantischen Ozean ein meist in diesen Breiten sich haltendes Luftdruckminimum. Die azorische Antizyklone rückt im Sommer in der Regel etwas nordwärts, und das Depressionsgebiet im nordöstlichen atlantischen Ozean zeigt etwas weniger intensive Luftauflockerung, wodurch die Gegensätze entsprechend abgestumpft werden. Im allgemeinen ergeben sich aus diesen Luftdruckverhältnissen südwestliche Winde, die in der kalten Jahreszeit das westliche Europa mit ozeanischwarmer Seeluft umspülen, im Sommer aber abschwächen und sich mehr der westlichen Richtung nähern. Dieses in den Hauptzügen dargelegte Windsystem eines Jahresverlaufes ist aber in Wirklichkeit tagaus tagein großen Umgestaltungen unterworfen; denn die barometrischen Extreme sind trotz ihrer verhältnismäßig konstant innegehaltenen Gebiete doch sehr variable Faktoren. Insbesondere erleidet die nordatlantische Zyklone nicht selten raschen Wechsel in ihren Zuständen, indem sie ostwärts wandert oder auch auf verschiedenen Zugstraßen in den Kontinent eindringt. Zuweilen folgen einander auf den nordeuropäischen Zugstraßen Zyklone und Antizyklone in schnellem oder langsamem Vorwärtswandern. Demgegenüber ist auch das südwestlich von Europa lagernde Maximum ein täglich sich änderndes, bewegliches atmosphärisches Gebilde, das bald dem offenen Ozean angehört, bald bis zu den britischen Inseln, ja bis nach Ostfriesland vordringen kann. Als drittes wesentliches Moment kommt hinzu, daß die Erkaltung der osteuropäischen Landmassen im Winter im Osten Europas ein zweites Maximum hervorruft, das Deutschland bedecken, ja bis nach Skandinavien hinübergreifen

[1]) M. A. F. Prestel, Der Boden, das Klima und die Witterung von Ostfriesland. Mit 6 Tafeln in Steindruck. Veröffentlicht mit Subvention der ostfriesischen Landschaft. Emden, Th. Hahn We., 1872. 438 Seiten.

Digitized by Google

kann. Dadurch wird das Spiel der barometrischen Faktoren bedeutend verwickelter und schafft so für die Witterung die mannigfachsten Bedingungen im unaufhörlichen täglichen Wechsel, dessen Vielgestaltigkeit erst dann verständlicher wird, wenn man die den barometrischen Extremen eigenen atmosphärischen Zustände mit in Betracht zieht. In den Depressionen herrscht trübes, oft windiges Wetter, das im Sommer kühl, im Winter milde ist und stets Neigung zu Nebel- und Wolkenbildung und damit zu Niederschlägen zeigt; denn die von allen Seiten in gekrümmter Bahn hereinströmenden Luftmassen steigen rasch empor und erkalten in den oberen Luftregionen schnell, worauf die große Neigung zur Kondensation beruht. Grundsätzlich anders liegen die atmosphärischen Verhältnisse beim barometrischen Maximum, der Antizyklone, weil hier die Luftmassen von oben nach unten gedrängt werden, also herabsteigen, wobei sie sich erwärmen und trockener werden, daher etwa vorhandene Wolken und Nebel bald auflösen und so ruhiges, trockenes, meist heiteres Wetter herbeiführen, das im Winter infolge erhöhter Ausstrahlung Kälte und Frost, im Sommer durch erhöhte Sonnenbestrahlung heiße Witterung zur Folge hat. Die Maxima schreiten meist langsam fort, weshalb sie von beständigerem Wetter begleitet werden als die in der Regel rasch wandernden Minima. Dazu kommt, daß die Depressionen auf dem Meere eine bedeutend ausgeprägtere Eigenart zeigen als auf dem Festlande, während umgekehrt das Meer auf die Eigenart der Antizyklone mildernd, der Kontinent aber verstärkend einwirkt. Die Luftdruckverteilung nebst ihrer festländischen oder marinen Unterlage im westlichen Europa und seinen vorgelagerten Meeresräumen bedingt also die Witterungsfolge Ostfrieslands, deren Durchschnitt man eben als das Klima bezeichnet.

Ostfriesland nimmt die äußerste Nordwestecke Deutschlands ein und ist daher dem nordatlantischen Depressionsgebiet am nächsten gerückt, was natürlich zur Folge hat, daß seine Witterung am meisten dem Einfluß der Zyklone preisgegeben ist. Darin ist sein ausgeprägtes Seeklima begründet; denn die vorwiegend westlichen Winde kommen als reine Seewinde nach Ostfriesland. Deshalb sind auch die Winter in Ostfriesland von so ausgesprochener Milde. Nur wenn in dieser Jahreszeit sich einmal starker Einfluß der östlichen Antizyklone bemerkbar macht, tritt rauhes Winterwetter ein.

2. Die Winde.

Die Frequenz der Winde geht aus der Prestelschen Windtafel hervor, die im hydrographischen Teil auf S. 89 abgedruckt worden ist, wo sich ebenfalls (S. 90) eine Tabelle der von 1878—87 beobachteten Nordseestürme wiedergegeben findet.

Wie in den Zugstraßen der barometrischen Minima begründet ist, wehen die Winde besonders häufig aus dem westlichen Quadranten, so daß der Südwest weitaus den Vorrang hat. Die geringste Frequenz weisen der Nord, Nordost und Südost auf. Der Ost weht in seinem Jahresverlauf am häufigsten im Winterhalbjahr, während im April und

Digitized by Google

Mai neben ihm der Nordost sich oft geltend macht. Im Sommer treten die östlichen Windrichtungen sehr zu Gunsten der westlichen zurück, von denen West und Nordwest dann ihre größte Häufigkeit aufweisen. Die Herbstmonate zeigen eine Windverteilung, die annähernd ihrem Jahresdurchschnitt entspricht.

Die Messung der Windgeschwindigkeit beruhte bisher auf keiner zu unbedingt sicheren Ergebnissen führenden Methode, da die Aufstellung mancher Windgeschwindigkeitsmesser vor dem Einfluß der Dächer und Türme nicht hinreichend gesichert war. Dennoch mögen die Ergebnisse der Anemometerbeobachtungen in Wilhelmshaven [1]) hier mitgeteilt werden.

Windgeschwindigkeiten in m per Sekunde, in Wilhelmshaven von 1878—1894 beobachtet.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
7,4	7,7	7,7	6,3	6,7	6,2	5,7	5,7	5,9	7,2	7,7	7,6	6,8

Aus diesen Beobachtungen ersieht man, daß das Minimum der Geschwindigkeit mit 5—6 m in der Sekunde auf die Sommermonate fällt. Der Monat der maximalen Luftbewegung wird sich erst bei reichlicherem Beobachtungsmaterial feststellen lassen.

3. Die Temperatur.

Wie sich aus der auf der folgenden Seite abgedruckten Tabelle I ergibt, beträgt das Jahresmittel für Jever 8,2 Grad, für Emden 8,4 Grad.

Im festländischen Ostfriesland steigt die Temperatur vom Januar bis zum Juli und sinkt wieder vom Juli bis Januar. Auf den Inseln aber ist der Februar dem Januar in der Temperatur gleich oder nur wenig wärmer, auf Helgoland sogar kälter. Ebenso ist dort der August entweder wärmer als der Juli oder bedeutend weniger kühl als im festländischen Gebiet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Einfluß des Meeres das Steigen der Temperatur vom Januar bis Juli und das Fallen von Juli bis Januar verzögert und damit auf den Beginn des Frühlings und des Herbstes auf den Inseln verspätend einwirkt.

Die Zunahme der Temperatur beträgt vom Januar zum Februar im Mittel etwa 1/2 Grad; sie erhebt sich vom Februar zum März auf 1 1/2—2 Grad, vom März zum April schon auf 4 Grad und macht diesen Schritt gleichmäßig vom April zum Mai und vom Mai zum Juni. Mit dem Juni aber verlangsamt sich der Wärmezuwachs sehr. Er beträgt

[1]) Diese und die folgenden Tabellen stützen sich auf die amtlichen Publikationen des Königl. meteorologischen Instituts in Berlin, die veröffentlicht wurden im Tabellenbande zum Weser-Ems-Stromwerk und in den „Beobachtungsergebnissen der Stationen II. und III. Ordnung".

Digitized by Google

zum Juli noch durchschnittlich kaum 2 Grad. Damit ist der Höhepunkt erreicht. Zum August erfolgt schon eine allerdings noch sehr geringe Wärmeabnahme, während in Helgoland noch ein Zuwachs von ½ Grad zu verzeichnen ist. Das Sinken vom August zum September beträgt bereits 2,5 Grad, vom September zum Oktober schon 4,5 Grad und erreicht sein Maximum vom Oktober zum November mit 5 Grad und darüber, worauf sich die Abnahme zum Dezember wieder auf 2,5 Grad verringert und vom Dezember zum Januar keinen Grad mehr beträgt. Da nur vergleichende meteorologische Werte instruktiv und beweisend sein können, wurden den hier namentlich ins Gewicht fallenden Angaben von Emden, Jever, Wilhelmshaven und Borkum, in dieser und den folgenden Tabellen noch diejenigen einiger anderer nordwestdeutscher Beobachtungsstationen beigefügt.

Aus der Tabelle I geht also hervor, daß die Temperaturzu- und -abnahme im Jahresverlauf sich nicht genau symmetrisch vollzieht, da die Differenzen der Monatsmittel doch wesentliche Unterschiede zeigen, aber auch die einander entsprechenden Monate der beiden Jahreshälften keineswegs gleiche Mittel aufweisen. Denn der Juni ist wesentlich kühler als der August, so daß die Temperaturschritte vom Juni- zum Julimittel und von diesem zum Augustmittel recht verschieden sind. Das Septembermittel ist 2½—3°

Tabelle I.

Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur.

Station	Beobachtungszeitraum	Höhe in m ü. M.	Geographische Länge (Greenwich)	Geographische Breite	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Amplitude
Braunschweig	1881—1890	83	10° 32′	52° 16′	0,2	0,9	3,0	7,5	12,1	16,1	17,6	16,8	13,7	8,9	3,7	0,6	8,4	17,4
Otterndorf	1855—1890	5	8° 54′	53° 49′	0,3	0,8	2,7	6,9	11,2	15,3	16,8	16,3	13,6	9,0	3,7	1,0	8,1	16,5
Elsfleth	1858—1890	8	8° 28′	53° 14′	0,6	1,1	3,0	7,2	11,3	15,2	16,8	16,3	13,4	8,8	3,7	1,2	8,2	16,2
Oldenburg	1857—1890	5	8° 13′	53° 8′	0,6	1,2	3,0	7,3	11,4	15,3	16,8	16,3	13,3	8,7	3,6	1,1	8,2	16,2
Münster	1859—1890	59	7° 37′	51° 58′	1,3	2,0	4,0	8,2	12,2	16,0	17,3	16,7	13,9	9,3	4,4	1,7	8,9	16,0
Lingen	1855—1890	27	7° 19′	52° 31′	1,3	2,0	3,8	7,8	11,9	15,8	17,2	16,6	13,7	9,2	4,3	1,8	8,8	15,9
Wilhelmshaven	1865—1890	8	8° 9′	53° 32′	0,8	1,1	2,9	7,1	11,0	15,1	16,9	16,5	13,9	9,2	4,1	1,6	8,3	16,1
Jever	1857—1890	10	7° 54′	53° 54′	0,7	1,2	3,0	7,1	11,1	14,9	16,5	16,2	13,5	9,0	4,0	1,4	8,2	15,8
Emden	1851—1890	8	7° 12′	53° 22′	0,8	1,4	3,2	7,2	11,2	15,2	16,9	16,5	13,8	9,1	4,1	1,5	8,4	16,1
Borkum	1876—1890	10	6° 40′	53° 35′	1,2	1,3	2,9	6,9	10,6	14,7	16,9	16,8	14,5	9,9	4,5	2,1	8,5	15,7
Helgoland	1873—1890	42	7° 51′	54° 10′	2,0	1,4	2,6	6,3	9,7	13,9	16,0	16,5	14,5	10,4	5,7	3,1	8,5	15,1

Digitized by Google

höher als das Maimittel; ebenso steht das Oktobermittel 2 Grad und mehr über dem Aprilmittel. Demnach umfassen die Monate November bis April die kältere Jahreshälfte, Mai bis Oktober die wärmere. Dabei kommen die Monate Oktober und April dem Jahresmittel am nächsten. Die Jahresamplitude, wie man den Unterschied der beiden extremen Monatsmittel bezeichnet, ist nicht groß, da sie für Emden 16,1 Grad, für Jever sogar nur 15,8 Grad beträgt. Den tiefsten Teil der Temperaturjahreskurve bilden die Monate Dezember, Januar und Februar, den höchsten Juni, Juli und August, infolge der durch die marinen Einflüsse herbeigeführten Verzögerung der Temperaturzunahme auf Helgoland der Juli, August und September, während dort Januar, Februar und März die kühlsten Monate sind. Man pflegt die drei kühlsten Monate als den meteorologischen Winter zu bezeichnen, während die drei wärmsten dem meteorologischen Sommer entsprechen. Die Jahreszeitenmittel zeigen für das hier in Betracht kommende nordwestdeutsche Gebiet folgendes Bild:

Tabelle II.

Jahreszeitenmittel der Lufttemperatur. 1851—1890.

Station	Winter XII.—II.	Frühling III.—V.	Sommer VI.—VIII.	Herbst IX.—XI.	Jahr
Braunschweig	0,6	7,5	16,8	8,8	8,4
Otterndorf	0,7	6,9	16,1	8,8	8,1
Elsfleth	1,0	7,2	16,1	8,6	8,2
Oldenburg	1,0	7,2	16,1	8,5	8,2
Münster	1,7	8,1	16,7	9,2	8,9
Lingen	1,7	7,8	16,5	9,1	8,8
Wilhelmshaven	1,2	7,0	16,2	9,1	8,3
Jever	1,1	7,1	15,9	8,8	8,2
Emden	1,2	7,2	16,2	9,0	8,4
Borkum	1,5	6,8	16,1	9,3	8,5
Helgoland	2,2	6,2	15,5	10,2	8,5

Aus praktischen Gründen nimmt man als Winter jene Zeit an, in der das Mittel 0 Grad oder weniger beträgt. Danach hätte Ostfriesland nach Tabelle II überhaupt keinen Winter. Doch gewähren die Monatsmittel nur eine oberflächliche Übersicht und schließen auffallende Erscheinungen von nur wenigen Tagen von vornherein aus; deshalb kann man sie auch dem genauer festzulegenden Jahresverlauf der Temperatur nicht zu Grunde legen. Dazu bedarf es der Normalmittel für wesentlich kürzere Abschnitte; man nimmt fünftägige, die man Pentaden nennt.

Nach Tabelle III (auf folgender Seite) liegt in der zweiten und dritten Januarpentade das Mittel unter 0 Grad, weshalb ein Winter in obigem Sinne von durchschnittlich 10 Tagen alljährlich erwartet werden muß. Diese Angaben beweisen aufs deutlichste die Milde des ostfriesischen Klimas, da in Ostdeutschland, z. B. im Weichselgebiet, die Pentadenmittel während dreier Monate 0 Grad nicht erreichen! — Aber auch der Verlauf der Jahreskurve tritt auf dieser Tabelle viel deutlicher hervor und ergibt, daß das Minimum zwischen dem 10. und

Digitized by Google

Tabelle III.

Fünfzigjährige Temperaturmittel der Pentaden 1848—1897 für Emden.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1. Pentade	0,2	1,2	2,2	6,1	8,7	14,5	15,9	16,8	15,0	10,8	6,1	2,2
2. „	— 0,1	1,4	2,8	6,7	9,9	14,7	16,4	16,7	13,9	10,1	5,1	2,3
3. „	— 0,2	0,7	2,6	6,4	10,8	14,5	16,8	16,7	13,7	9,0	4,0	2,3
4. „	0,3	1,4	3,0	7,5	11,7	14,9	17,0	16,7	12,8	8,3	3,3	1,3
5. „	0,5	1,5	3,8	8,1	12,5	15,8	17,2	16,5	12,3	7,4	3,0	0,8
6. „	0,7	2,1	5,3	7,9	13,1	16,1	16,8	15,7	12,2	6,6	2,4	1,2
7. „	—	—	—	—	—	—	—	15,2	—	—	—	—

Anmerkung. Mit dem 1. des Monats beginnen die Januar-, April- und Maipentaden, mit dem 2. die Pentaden des Märzes, Novembers und Dezembers, mit dem 3. diejenigen im September und Oktober, mit dem 31. des vorigen Monats die Pentaden im Februar und Juni, mit dem 30. des vorhergehenden die Juli- und Augustpentaden. Jeder Monat zählt 6 Pentaden, nur August 7.

15. Januar, das Maximum zwischen dem 20. und 24. Juli liegt, so daß vom 15. Januar bis zum 24. Juli (d. i. 190 Tage) die Temperatur steigt und vom 24. Juli bis 15. Januar (d. i. 175 Tage) abnimmt. Auch in noch anderer Beziehung ist diese Tabelle lehrreich. Sie zeigt uns die fast alljährlich zu beobachtenden Kälterückfälle zwischen dem 10. und 14. Februar und dem 10.—19. Juni und die Wärmerückfälle vom 7. bis 16. Dezember und in der letzten Dezemberpentade. Auch läßt sich nach dieser Tabelle die Jahresamplitude viel genauer angeben. Sie beträgt nach Maßgabe des Unterschiedes zwischen der wärmsten und kältesten Pentade 17,4 Grad. Stellt man die Tage mit Temperaturen von 5 zu 5 Grad zusammen, so ergibt sich für Emden folgendes Bild:

		zwischen	zwischen	zwischen	
Emden . .	unter 0 Grad	0 u. 5 Grad	5 u. 10 Grad	10 u. 15. Grad	über 15 Grad
	8 Tage	130 Tage	72 Tage	76 Tage	79 Tage.

Die moderne Meteorologie berücksichtigt als ein eigenes wichtiges klimatisches Element die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur, welche allen Organismen oft genug viel empfindlicher ist als ein nicht außergewöhnlich tiefer oder hoher Thermometerstand. In unserem Gebiete sind natürlich weitaus vorherrschend die kleinen Schwankungen bis zu 2 Grad, die für Emden jährlich über 250 Tage einnehmen. Änderungen von 2—4 Grad sind für unser Gebiet alljährlich etwa 90 zu verzeichnen, während Sprünge von 4—6 Grad nicht öfter als 17—18mal im Jahre erwartet werden dürfen. Schwankungen von mehr als 5 Grad kommen in Emden jährlich im Durchschnitt 6mal vor, während solche von mehr als 10 Grad für Emden nur einmal in 50 Jahren zu verzeichnen waren; sie trat ein im Mai 1880 mit — 10,8 Grad. Die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur nach den Tagesmitteln beträgt in Emden im Durchschnitt jährlich:

Digitized by Google

Schwankungen bis zu	2	Grad	256,1
„	„ „ 2—3,9	„	89,3
„	„ „ 4—5,9	„	17,2
„	„ „ 6—7,9	„	2,2
„	„ „ 8—9,9	„	0,4

Aus den von 1836—90 in Emden angestellten Beobachtungen ergibt sich als mittleres absolutes Maximum 31 Grad und als Minimum — 12 Grad, so daß Emden eine mittlere absolute Jahresschwankung von 43 Grad zu verzeichnen hat. Um den durchschnittlich höchsten und tiefsten Stand des Thermometers gruppieren sich die in jenen 55 Jahren beobachteten einzelnen Jahreswerte des absoluten Maximums und Minimums in folgender Weise:

Höchste Temperatur:

zwischen	25	und	27,9	Grad	8mal
„	28	„	30,9	„	24 „
„	31	„	33,9	„	19 „
„	34	„	36,9	„	4 „

Niedrigste Temperatur:

zwischen	— 5	und	— 7,9	Grad	11mal
„	— 8	„	— 10,9	„	7 „
„	— 11	„	— 13,9	„	21 „
„	— 14	„	— 16,9	„	8 „
„	— 17	„	— 19,9	„	8 „

Frosttage und Eistage. In der Witterungskunde unterscheidet man Frost- und Eistage, indem man Tage mit dauernder Minustemperatur als Eistage bezeichnet, aber als Frosttage jene benennt, an denen überhaupt eine Minustemperatur eintrat, ohne dauernd unter dem Gefrierpunkt zu bleiben. Die nachfolgende Tabelle IV a u. b zeigt die Zahl der Frosttage nebst dem ersten und letzten Frost und die Zahl der Eistage, wie sie in Emden von 1850—91 beobachtet wurden. Die zur Vergleichung beigefügten Werte für Braunschweig, Kassel und Münster zeigen deutlich die bevorzugte Stellung Emdens.

Es sei noch hinzugefügt, daß von 1850—1900 das Maximum der Frosttage in Emden 134 betrug und zwar im Winter 1864—65, das Minimum dagegen 31 im Winter 1883—84, so daß der letztgenannte Winter der mildeste in der ganzen zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts war, dem der Winter von 1864—65 als längstdauernder gegenübersteht. Die Zahl der Eistage beträgt im Maximum 45, die der Winter 1890 bis 1891 brachte, im Minimum aber Null, wie in den Wintern 1851—52, 1865—66, und 1897—98 beobachtet wurde, die also ihre winterliche Natur völlig verleugneten, weil sie keinen einzigen Eistag brachten, während der Winter 1890/91 als der strengste der ganzen 2. Jahrhunderthälfte auftrat. Eine Reihe unmittelbar aufeinander folgender Frosttage nennt man Frostperiode, eine ununterbrochene Reihe von Eistagen aber Eisperiode. Die mittlere Dauer der Frostperioden beträgt in

Emden	5,1 Tage;	Stettin	5,6 Tage
Hamburg	5,2 „	Königsberg . . .	6,3 „
Berlin	5,3 „	Krakau	6,7 „

Digitized by Google

Tabelle IV a.

Zahl der Frosttage; erster und letzter Frost. 1880—1894.

(Unter Emden II von 1850—1891.)

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	Letzter Frost	Erster Frost	Zwischenzeit
Braunschweig	19,3	16,2	14,7	4,9	0,1	—	—	—	0,1	2,4	9,4	17,5	84.5	24. IV.	24. X.	183
Kassel	20,1	16,3	14,6	4,5	0,4	—	—	—	0,1	2,0	9,9	16,7	84,6	21. IV.	28. X.	189
Münster . . .	21,7	18,1	17,0	6,6	1,1	—	—	—	—	3,1	11,9	18,7	98,2	27. IV.	25. X.	181
Emden	18,7	15,5	13,9	4,3	0,1	—	—	—	—	0,5	8,3	14,5	75,8	19. IV.	7. XI.	209
Emden II . .	16,9	15,5	15,0	3,7	0,5	—	—	—	—	1,1	9,2	14,9	76,8	18. IV.	3. XI.	199

Tabelle IV b.

Zahl der Eistage. 1880—1894. (Emden II 1850—1891)[1]).

Braunschweig	11,1	5,1	2,9	—	—	—	—	—	—	0,1	2,1	5,7	26,9			
Kassel	12,6	5,3	3,1	—	—	—	—	—	—	0,1	2,2	8,3	31,6			
Münster . . .	8,0	3,0	1,9	—	—	—	—	—	—	—	0,9	5,5	19,3			
Emden	9,3	3,8	2,7	—	—	—	—	—	—	—	0,3	4,1	20,2			
Emden II .	7,2	4,1	1,5	—	—	—	—	—	—	—	0,6	5,0	18,5			

[1]) Die Winter 1851—1852 und 1865—1866 hatten in Emden keinen Eistag.

Digitized by Google

Aus jener Reihe (Seite 139) geht deutlich das Anwachsen der Frostperiodendauer nach Osten hervor. Der Frost tritt in unserem Küstenlande später auf als im Binnenlande; im Frühling ist er im Küstengebiet seltener, aber dafür auch dauernder, was wiederum mit auf den Einfluß des dann noch kühleren Meeres zurückgeführt werden muß. Das veranschaulicht auch der jährliche Gang der mittleren Dauer der Frostperioden, die von Kassel und Emden hier einander gegenübergestellt werden mögen:

	Mittlere Dauer der Frostperiode in	
	Kassel	Emden
September	1,0	—
Oktober	2,4	1,3
November	3,6	3,6
Dezember	4,9	4,9
Januar	10,6	7,2
Februar	7,6	7,5
März	4,3	3,9
April	2,1	2,9
Mai	1,5	1,0

Die wesentlichen Unterschiede beider Beobachtungsstationen zeigen die Monate September und Oktober, Januar und April. Die mittlere Dauer beträgt in Kassel und Emden 5,1 Tage. —

Die Eisperioden ergaben in den 15 Wintern von 1880/81 bis 1894/95 für beide Orte folgende Dauer:

Eisperioden von	in Kassel	in Emden
1— 5 Tagen	116	87
6—10 „	17	9
11—15 „	4	2
16—20 „	—	—
21—25 „	2	1
Zusammen	139	99 Eisperioden
mit	482	305 Eistagen.
Ergibt als Durchschnitt der Eisperiode	3,5	3,1 Eistage.

Emden ist also bedeutend günstiger gestellt als Kassel; denn es hat wesentlich weniger als zwei Drittel der Zahl der Eistage in Kassel. Ebenso hat es nur die halbe Zahl der Eisperioden, die über 5 Tage betragen, und ferner nur drei Viertel von der Anzahl der kleinen Eisperioden von 1—5 Tagen. Aber auch die mittlere Dauer der Eisperiode ist für Emden wesentlich günstiger als für Kassel. Die bevorzugte Stellung Emdens in dieser Beziehung zeigt folgende Reihe:

Digitized by Google

Durchschnittliche Dauer der Eisperiode in:

Emden	3,1 Tage
Hamburg	3,1 „
Kassel	3,5 „
Berlin	3,5 „
Stettin	3,8 „
Königsberg	4,8 „
Krakau	4,9 „

Eisperioden kommen in Emden vom November bis März vor, in Kassel aber vom Oktober bis März. Ihre Häufigkeit nimmt auf beiden Stationen bis Januar regelmäßig zu. Im März zeigen beide Stationen aber wieder bemerkenswerte Unterschiede. Der Verlauf der Kurve zeigt folgendes interessante Bild:

	Durchschnittliche Dauer der Eisperioden in	
	Kassel	Emden
Oktober	1,0	—
November	2,1	1,5
Dezember	3,4	3,2
Januar	4,7	3,7
Februar	2,9	2,4
März	3,0	2,9

In Kassel muß also in jedem Winter eine Eisperiode von 5 Tagen erwartet werden, in Emden aber nur in jedem zweiten Winter. Kassel hat bis zum 1. Dezember die doppelte Anzahl von Eisperioden, die hier infolge festländischer Erkaltung auch wesentlich eher einsetzen als in Emden, während Emden im März größere Eisperioden als im Februar hat und dann Kassel beinahe gleichkommt. Darin macht sich wieder deutlich der Einfluß der Meeresnähe bemerkbar, der im Frühling durch die Wirkung des kälteren Meerwassers den Frost länger festhält.

Die Temperaturverhältnisse Ostfrieslands sind bedingt durch das ausgeprägte Seeklima, das in dem ganz bedeutenden Vorherrschen der südwestlichen und westlichen Winde begründet ist. Es zeichnet sich aus durch sehr milde Winter und wenig heiße Sommer, was auch in der nur 16 Grad betragenden Jahresamplitude der beiden extremen Monatsmittel seinen deutlichen Ausdruck findet. Die Meeresnähe wirkt eben auf die Extreme abstumpfend, auf den Gang der Jahreskurve, so namentlich auf den Eintritt des Frühlings und Herbstes, verzögernd ein.

4. Der Niederschlag.

Zeigen die Temperaturverhältnisse jahraus jahrein im wesentlichen dasselbe Durchschnittsbild, so ist demgegenüber der Niederschlag ein sehr veränderliches klimatisches Element. Wie aus der Tabelle V a hervorgeht, hat Emden nach 40jährigem Durchschnitt ein Jahresmittel von

Digitized by Google

744 mm. Die absoluten Extreme in dieser Reihe von Beobachtungsjahren waren:

1852	mit dem	Maximum	von 962 mm
1858	„ „	Minimum	„ 499 „
		Unterschied	463 mm.

Diese Differenz macht über 60 % des durchschnittlichen Jahresmittels aus. Die Variabilität der Niederschlagsmengen wird durch folgende Gegenüberstellung der absoluten Extreme der einzelnen Monatssummen ins rechte Licht gerückt.

Emden (1851—1890)	Maximum	Minimum	Differenz
Januar	116	5	111
Februar	123	5	118
März	110	6	104
April	85	3	82
Mai	112	11	101
Juni	148	3	145
Juli	157	17	140
August	174	32	142
September	157	13	144
Oktober	152	5	147
November	152	4	148
Dezember	147	4	143

Während die Minima des Januars und Februars (ihre Mittel 52 und 44) auf $^1/_{10}$ oder $^1/_9$ des Durchschnitts, das Juniminimum (Mittel 65) sogar auf $^1/_{22}$ des Mittels zusammenschrumpfen können, steigen die Maxima in den meisten Monaten auf das Doppelte, im Dezember auf fast das Zweieinhalbfache, im Februar sogar auf beinahe das Dreifache des Durchschnitts. Es ist daher erst in einer langen Reihe von Beobachtungsjahren möglich, das wahre Mittel zu berechnen. Für Ostfriesland und seine nächste Umgebung sind bisher folgende Zahlen gefunden worden. (Tabelle Va und b auf der folgenden Seite.)

Aus den Tabellen Va und b geht hervor, daß die größten Monatsmittel auf Juli und August fallen; doch steht beiden Werten das Oktobermittel nur wenig nach. Auf den Inseln tritt auch im Niederschlagsmaximum die Verzögerung ein; es fällt hier auf den Oktober. Als niederschlagärmste Monate treten Februar und April deutlich hervor, über die der Oktober mit doppelter, Juli und August mit mehr als doppelter Niederschlagsmenge hervorragen. Die Jahreskurve der Niederschlagsmengen zeigt für alle Stationen einen deutlich ausgeprägten Parallelismus. Das Maximum fällt in den Juli oder (am äußersten Küstensaume) in den August. Im September folgt allgemein eine sehr deutliche Abnahme, im Oktober aber ein plötzliches Emporschnellen der Niederschlagsmengen, die dann ihr sekundäres Maximum erreichen, das infolge der Verzögerung auf den Inseln zum Hauptmaximum anwächst. Hierauf

Digitized by Google

Tabelle V a

Vieljährige Monats- und Jahresmittel des Niederschlags in mm.

Station	Geographische Länge (Greenwich)	Geographische Breite	Höhe in m ü. M.	Beobachtungszeit	Novembr.	Dezembr.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Jahr
Wilhelmshaven . .	8° 9′	53° 32′	8	1867—1890	57	45	36	34	43	32	48	58	99	82	53	82	669
Jever	7° 54′	53° 34′	21	1856—1890	63	58	49	44	55	39	49	64	85	90	72	75	743
Karolinensiel . . .	7° 48′	53° 41′	2	1881—1890	54	49	46	24	34	30	49	48	87	86	58	83	648
Schoo	7° 34′	53° 36′	3	1876—1890	62	50	41	30	40	39	44	63	102	90	60	98	719
Emden	7° 12′	53° 22′	3	1850—1890	70	61	52	44	49	37	50	65	78	94	69	75	744
Norderney . . .	7° 8′	53° 43′	2	1881—1890	57	51	46	31	47	28	54	42	82	91	63	92	684
Borkum	6° 40′	53° 35′	2	1876—1890	73	60	44	40	45	36	42	48	74	84	70	89	705

Tabelle V b.

Normalmittel der Monate und Jahreszeiten in Prozenten der Jahressummen.

	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Winter XII.—II.	Frühling III.—V.	Sommer VI.—VIII.	Herbst IX.—XI.
Wilhelmshaven . .	9,1	6,8	6,1	5,2	6,0	5,0	7,5	9,4	13,2	11,9	8,8	10,8	18,1	18,5	34,5	28,7
Jever	8,3	7,8	6,7	5,9	6,8	5,0	6,8	9,0	11,4	11,8	9,6	11,0	20,4	18,6	32,2	28,9
Schoo	9,1	6,9	6,2	4,7	5,6	5,6	6,3	9,3	12,2	11,6	10,0	12,6	17,8	17,5	33,1	31,7
Emden	9,3	8,2	7,0	5,9	6,6	5,0	6,7	8,7	10,5	12,6	9,3	10,3	21,1	18,3	31,8	28,9
Borkum	10,9	8,7	7,2	5,7	6,0	5,1	6,4	7,3	9,4	11,0	10,7	11,6	21,6	17,5	27,7	33,2

Digitized by Google

erfolgt eine allgemeine Abnahme bis zum Februar, der das sekundäre Minimum bringt. Der März ist allgemein wieder niederschlagreicher; ihm folgt im April das absolute Minimum mit 5 % des Jahresniederschlags. Von hieran wachsen die Monatsmittel wieder regelmäßig und rasch zum Sommermaximum empor.

Von der ostfriesischen Geest und ihrer nächsten Umgebung sind folgende nach Maßgabe der langjährigen Beobachtungen in Emden reduzierte Niederschlagsmengen bekannt:

Tabelle VI.

Jahressummen des Niederschlags in mm.

Station	See-höhe m	Mittel 1892—1896	Reduziert auf 1851—1890	Reduziert nach
Wilhelmshaven	8	689	689	Emden, Elsfleth
Wangeroog	1	701	701	Emden, Helgoland
Jever	11	755	755	Emden, Elsfleth
Neßmersiel	1	742	757	Emden
Aurich	5	766	781	Emden
Strackholt	6	762	777	Emden
Leer	1	736	750	Emden
Ditzumer Verlaat	1	720	734	Emden
Emden	8	728	744	—
Woquard	1	740	755	Emden
Borkum	10	731	731	Emden, Helgoland

Berechnen wir den Durchschnitt der drei auf der ostfriesischen Geest liegenden Stationen Aurich, Strackholt und Leer nebst Jever, das auch auf der Geest in allernächster Nachbarschaft Ostfrieslands liegt, und ziehen noch dazu das Mittel von Emden, so finden wir für die ostfriesische Geest als Jahresmittel des Niederschlags 760 mm, was der Wirklichkeit verhältnismäßig nahe kommen wird.

Die größten Tagesmengen, welche man nach langjährigem Durchschnitt einmal im Jahre erwarten darf, sind auf den Inseln wesentlich kleiner und weniger verschieden als auf der ostfriesischen Halbinsel. Auf Borkum schwanken sie zwischen 19 und 32 mm; das Mittel liegt bei 26 mm. In Emden beträgt das Minimum der größten Tagesmenge 22 mm, das Maximum 60 mm; das Mittel liegt bei 35—36 mm. Jever weist als Extreme auf 21 mm und 70 mm; Mittel 36—37 mm. Wilhelmshaven hat folgende Extreme: 16 mm und 53 mm; Mittel 30—31 mm. Die größten Tagesmengen werden naturgemäß in den Sommermonaten beobachtet, da sie die Begleiterscheinungen heftiger Gewitter sind.

5. Der Sonnenschein.

Ein wichtiges klimatisches Element ist die Dauer des Sonnenscheins, die man erst in jüngster Zeit auf den großen Beobachtungs-

Digitized by Google

stationen täglich durch selbst aufzeichnende Instrumente feststellt. Den meisten Sonnenschein bringen die Monate April bis September. Die lichtärmste Zeit des Jahres sind die Monate November bis Februar; März und Oktober bilden den Übergang.

Tabelle VII.

Dauer des Sonnenscheins.

a) in Stunden

Stationen	Beobachtungszeitraum	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Jahr
Kassel	1889—99	44	77	119	160	218	214	197	199	136	93	54	38	1548
Celle	1892—99	47	74	123	184	242	253	217	233	154	100	65	45	1737
Emden	1893—99	50	83	117	183	245	245	206	213	157	100	67	44	1710
Helgoland . . .	1892,1893, 1895—99	48	81	113	182	256	248	208	232	147	91	62	38	1707

b) in Prozenten der möglichen Dauer

Kassel	1889—99	17	28	32	39	45	43	39	44	36	28	20	16	34,8
Celle	1892—99	19	27	34	44	50	50	43	51	41	31	25	19	38,9
Emden	1893—99	20	30	32	44	50	49	41	47	42	31	26	19	38,4
Helgoland . . .	1892,1893, 1895—99	20	30	31	43	52	49	41	51	39	28	25	17	38,3

Der sonnigste Monat ist also der Mai mit 50 % der möglichen Sonnenscheindauer; Juni und August stehen ihm wenig nach. Auffällig ist, daß der Juli in Emden noch hinter April und September steht. Die lichtärmsten Monate sind Januar und Dezember, von denen ersterer nur 20 % der Sonnenscheinmöglichkeitsdauer, der Dezember sogar noch weniger aufzuweisen hat. Im ganzen Jahre gehen über 60 % der Sonnenscheinmöglichkeitsdauer durch den Wolkenschleier verloren. Nach längerer Beobachtungszeit werden sich die bis jetzt gefundenen Zahlen allerdings noch etwas ändern; doch lassen sie schon jetzt den sichern Schluß zu, daß das Küstengebiet und die Inseln etwa $^1/_{10}$ mehr Sonnenschein bekommen als die Stadt Kassel.

Auch im Hinblick auf die Verteilung des Niederschlags auf die einzelnen Monate macht sich wiederum der verzögernde Einfluß des Meeres deutlich bemerkbar, der das Niederschlagsmaximum vom Juli auf den August verlegt, auf den Inseln sogar das festländische sekundäre Oktobermaximum zum Hauptmaximum erhebt. Auf die Sonnenscheindauer übt die Nähe des Meeres keinen nachteiligen Einfluß aus.

Digitized by Google

VI. Pflanzengeographie der ostfriesischen Geest.

In einer kursorischen pflanzengeographischen Skizze der ostfriesischen Geest, wie sie im Rahmen einer geographischen Arbeit gegeben werden kann, mußte Abstand genommen werden von einer Zerlegung des Artenbestandes der Geestflora in die drei ursprünglichen Elemente, die teils der atlantischen Assoziation angehören, teils aber kontinentalen Ursprungs sind, indem sie von Osten her einwanderten, teils endlich, namentlich in den jüngsten Elementen, im subarktischen Gebiet autochthon vorkommen, von woher noch in jüngster Zeit Einwanderungen erfolgten, die man nicht mit Unrecht mit dem Vogelzuge in kausale Verknüpfung gebracht hat. Namentlich würde das subarktische Florenelement eine längere Erörterung erheischen, da über manche Arten, die z. B. auch in den Juramooren der Schweiz angetroffen werden, eine eingehendere klärende Auseinandersetzung nicht umgangen werden könnte. Es wäre einer umfangreichen Untersuchung wert, die Flora der gesamten nordwestdeutschen Geest in ihrem entwicklungsgeschichtlichen Werden historisch zu klären, eine Arbeit der norddeutschen Botaniker, auf die wir noch immer warten, weil sie pflanzengeographisch nicht bloß viel Interessantes bieten, sondern auch neue Ausblicke eröffnen würde. Die vorliegende geographische Arbeit nimmt ihren Ausgangspunkt von der Tatsache der vorhandenen, an einen milden, aber regenreichen Sommer und an einen milden Winter, sowie einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft angepaßten Geestflora, deren geographische Verteilung über das besprochene Gebiet kurz zu schildern sein wird [1]).

[1]) Literatur: G. F. W. Meyer, Chloris Hannoverana. 1836. (Enthält zum Teil gefälschte Angaben, wie Buchenau in seinen „Kritischen Studien zur Flora von Ostfriesland" nachgewiesen hat.) — S. Lantzius-Beninga, Beiträge zur Kenntnis der Flora von Ostfriesland. 1849. — A. W. Wessel, Flora Ostfrieslands. 1. Aufl. 1858, 2. Aufl. 1869, 3. Aufl. 1879, 4. Aufl. 1888. — Derselbe, Die Pflanzenwelt Ostfrieslands. Ostfries. Monatsblatt 1877. — Derselbe, Beiträge zur Flora Ostfrieslands. Ostfries. Monatsblatt 1877. — Derselbe, Bemerkungen zur Flora Ostfrieslands. Im Festbericht d. naturforsch. Gesellschaft in Emden 1890. — Fr. Sundermann, Beiträge zur Flora der Stadt und des Amtes Norden. Ostfries. Monatsblatt 1878. — Derselbe, Über die Kompositen zwischen Unterems und Unterelbe. Ostfries. Monatsblatt 1878. — Derselbe, Ein wenig von Wasserpflanzen. Ebenda 1887. — Derselbe, Botanisches. Ebenda 1882. — C. E. Eiben, Die Laub- und Lebermoose Ostfrieslands. Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen, Bd. IX, 1887. — Fr. Buchenau, Flora der nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig 1894. — Derselbe, Kritische Studien zur Flora von Ostfriesland. Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen 1897, Bd. XV. — R. Bielefeld, Beitrag zur Flora Ostfrieslands.

Digitized by Google

Die oro-morphographische Einteilung der ostfriesischen Geest bietet auch für ihre Pflanzengeographie einige Anhaltspunkte. Als einheitliches Gebiet löst sich aus der Gruppe der physiographischen Individualitäten der ostfriesischen Geest pflanzengeographisch das Binnenland der Tergaster Endmoräne sehr selbständig heraus. Es bildet das Gebiet der natürlichen Wiesen oder Meeden Ostfrieslands, dem auch das glaziale Stromtal zuzurechnen ist. Ihm gegenüber steht das Gebiet der hohen Geest, in dem Ackerland und Wiese miteinander abwechseln. Pflanzengeographisch sind mit ihr auch große Gebiete der Innenmoränenlandschaften im Nordwesten und Nordosten, sowie der Geröllåsar im Osten zu vereinigen, soweit sie nicht den unkultivierten Heidestrecken angehören, endlich noch das Vorland der Tergaster Endmoräne. Man kann es pflanzengeographisch als das Gebiet der kultivierten Geest zusammenfassen. In ihm finden wir die Wälder der hohen Geest und diejenigen des Saumgeländes, die zwischen der hohen Geest und dem Gebiete der natürlichen Wiesen gelegen sind. Am Ostrande der hohen Geest und in den beiden Landschaften der deckenförmigen Innenmoräne, besonders in der nordöstlichen, sowie am Südsaume des Gebietes der Geröllåsar im Osten liegen zum Teil recht triste Heidestrecken. Sie beherbergen die nur arme Flora des Heidegebietes und den typischen Kiefernheidewald. Demnach gliedert sich die ostfriesische Geest pflanzengeographisch folgendermaßen:

1. das Gebiet der natürlichen Wiesen oder Meeden,
2. die kultivierte und die bewaldete Geest,
3. das Gebiet der Heide und des Kiefernheidewaldes.

1. Das Gebiet der natürlichen Wiesen oder Meeden Ostfrieslands.

Die Meeden Ostfrieslands bilden dasjenige Florengebiet der ostfriesischen Geest, welches, abgesehen von dem naturwüchsigen, zum Teil noch im uralten Zustande verharrenden Gebiete der Heiden, am wenigsten von der Hand des Menschen verändert worden ist. Die größten Meedengebiete liegen im Binnenlande der Tergaster Endmoräne, das sie fast ganz erfüllen, und im glazialen Stromtal nebst dessen glazialen Nebentalungen, deren unteren Teil sie einnehmen. Kleinere Meedengebiete gehören dem Nordosten Ostfrieslands an, wo sie die Harle und ihre Nebenflüsse begleiten (zwischen Esens und Wittmund) oder, wie nordöstlich von dem Dorfe Etzel, die glazialen Flachrinnen erfüllen. Sie beherbergen in ihrer Gesamtfläche mesophile Pflanzenvereine. Nur in der Nähe der Grundmoränenseeen wird das Vegetationsbild mit hydrophilen Florenelementen durchsetzt und der Wiesen-

Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen 1895, Bd. XIII. — Derselbe, Flora der ostfriesischen Halbinsel und ihrer Gestadeinseln. Norden 1900. — Derselbe, Über den Wechsel im Artenbestand der Flora zwischen Jade und Dollart. 85. Jahresbericht der naturforsch. Gesellschaft in Emden 1901. — Derselbe, Das Forlitzer Becken. Geologisch-botanische Skizze. 87. Jahresbericht der naturforsch. Gesellschaft in Emden 1903.

Digitized by Google

charakter etwas verwischt. Der Grund dieser Wiesen ist zumeist mit einer Schicht Wiesen- oder Grastorf (plattdeutsch „Darg") bedeckt und gleicht an der Oberfläche einem aus Rhizomen, Wurzeln und grundständigen Blättern dicht gewebten Filzteppich, der den torfigen Boden wie mit einem elastischen Polster überkleidet. In ihm tritt der Eingriff des Menschen in die natürlichen Verhältnisse charakteristisch hervor; denn er ist eine Folgeerscheinung der alljährlich im Juli stattfindenden Mahd, die in der Mitte der Vegetationsperiode alle Pflanzen ihrer oberirdischen Teile plötzlich beraubt und daher die Verzweigung der Rhizome und des noch stehen gebliebenen oberirdischen Achsenstumpfes hervorruft. Zugleich wird natürlich die Samenreife verhindert und damit ein- und zweijährigen Gewächsen, soweit sie nicht bis kurz nach dem Sommersolstitium zur Samenreife schreiten, die Existenzmöglichkeit einfach abgeschnitten. Auch bietet ihnen das Gelände sehr wenig geeignete Standorte, da der dicht gewobene Filz des Wiesengrundes ihnen Platz, Luft und Licht versagt. Sie gehen, sobald die Wiese unter die Sense genommen wird, daher in wenigen Jahren der völligen Ausrottung entgegen, weshalb man im Wiesengelände fast nur mehrjährige Arten antrifft. Doch der halbparasitische Alectorolophus weiß sich mit Zähigkeit zu behaupten, weil er zeitig blüht und außerdem im Kampfe ums Dasein mit ganz besonders erfolgreichen Waffen ausgerüstet ist. Als echte Mesophyten entbehren die Wiesenbewohner allesamt jegliches besonderen Verdunstungsschutzes. Ihre Blätter sind breit, flach, kahl, dünn und biegsam, führen meist auf beiden Seiten Spaltöffnungen und sind nicht zum Einrollen eingerichtet.

„Wie der Boden der Meeden [1]) hinsichtlich seiner geologischen Geschichte in mehrfacher Beziehung mit dem Hochmoore in Parallele gesetzt werden kann, so zeigt auch die Physiognomie beider Gebiete einen wesentlichen gemeinsamen Zug. Beide bieten manchmal meilenweite Flächen dem Auge dar, auf welchen kein Baum oder Strauch die monotone Landschaft angenehm belebt. In jeder anderen Beziehung aber zeigt die Meede ein ganz anderes Bild als das Moor. Dort die braune Calluna, nur hie und da von Eriophorum, einzelnen Binsen und noch mehr verstreuten Carexarten oder der niedlichen Andromeda dürftig unterbrochen, stundenweit alles überziehend, was das Auge innerhalb des Horizontes wahrzunehmen vermag — hier in den Meeden aber ein einziges weitgedehntes Grasmeer, das sich auch oft an die Grenze unseres Gesichtsfeldes auszudehnen scheint. Weit die freudig grüne Fläche überschauend, ruht das Auge auf eingestreuten roten und gelben Inselchen, welche sich bei Annäherung als kleine und größere Gruppen von Caltha palustris und Coronaria flos cuculi erweisen, die den grünen Teppich mit bunten Stickereien zu schmücken scheinen. Auch an den höheren und trockenen Rändern finden wir schön goldig schimmernde Flächen, die dort von dem vom Landmanne

[1]) Rudolf Bielefeld, Beitrag zur Flora Ostfrieslands. II. Die natürlichen Wiesen oder Meeden Ostfrieslands. Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen, Bd. XIII, S. 365 ff. — Die Nomenklatur schließt sich in den nachfolgenden Ausführungen derjenigen meiner Flora der ostfriesischen Halbinsel an.

Digitized by Google

so ungern gesehenen Alectorolophus major hervorgerufen werden. Sehen wir uns nun die Pflanzenwelt der Meeden genauer an, so fällt uns das unbedingte Vorherrschen zweier einander sehr nahestehender Familien, derjenigen der Süß- und Sauergräser auf, welche in einem solchen Maße sich dieser Gebiete bemächtigt haben, daß sie andere Pflanzen nur als Gäste zwischen sich dulden und höchstens den im Kampfe ums Dasein bevorzugteren nach hartem Ringen einzelne kleine Gebiete einräumen. Da finden wir aus den beiden diese Fläche schwesterlich nebeneinander bewohnenden Familien zahlreiche und meistens weit verbreitete Arten:

„Phragmites communis, welcher an den Seeen und Niederungen ganze Wälder bildet, die im Herbste gemäht werden und gesuchtes Material zum Dach- und Mühlendecken liefern, Glyceria fluitans und hin und wieder aquatica, Poa trivialis und Poa pratensis var. latifolia, Festuca ovina var. vulgaris und var. capillata, Festuca rubra var. genuina, Bromus mollis, an Ufern finden sich hin und wieder Festuca elatior und Phalaris arundinacea; zerstreut hie und da: Sieglingia decumbens, Bromus mollis, Holcus lanatus, Alopecurus geniculatus und Anthoxanthum odoratum; auf höheren Stellen Aera caespitosa und Nardus stricta, von denen letztere an unfruchtbaren Stellen oft weit und breit den Boden mit ihren starren dürren Borstenbüscheln bedeckt. Aus der Familie der Cyperaceen finden wir da namentlich Carex Goodenoughii, pilulifera, panicea, echinata und stricta, sowie Eriophorum angustifolium zuweilen herdenweise. An Ufern und in Gräben wachsen: Scirpus paluster und lacuster, am großen Meer auch maritimus, pauciflorus und uniglumis; an manchen Stellen auch Carex acuta, acutiformis und rostrata. An Kryptogamen finden wir in fast allen Wassergräben Equisetum palustre und limosum, ferner Hypnum cuspidatum und fluitans allgemein verbreitet."

Weil Gramineen und Cyperaceen in so ausgesprochenem Maße zur Oberherrschaft gelangt sind, zeigt das Wiesengelände eine auffallende Blütenarmut. Unter den Gräsern treten einige Arten als ausgeprägte Rasenbildner hervor, von denen Anthoxanthum odoratum, Festuca elatior und ovina, Poa trivialis, Holcus lanatus, Aera caespitosa und Nartus stricta die wichtigsten sind. Andere Gräser und Halbgräser beteiligen sich in einem noch höheren Grade an einer dichtgewobenen Bedeckung des Wiesengrundes, indem ihre kriechenden Rhizome sich durcheinander verflechten, so daß diese Arten dadurch zu richtigen Teppichbildnern werden. Dahin gehören namentlich Poa pratensis, Festuca rubra, Sieglingia decumbens, mehrere Agrostisarten, Carex panicea, Goodenoughii, stricta und echinata.

„Aus den anderen [1]), höher organisierten Familien finden wir auf den Flächen der Meeden namentlich vielfach die Caltha palustris var. laeta, welche oft große Strecken der Wiesen gesellig bewohnt, während auf trockenen Meeden Alectorolophus major sich ganze Flächen erstritten hat und mit Zähigkeit behauptet. Coronaria flos cuculi ist überall vertreten; doch nimmt sie keine so geschlossenen Bestände ein

[1]) a. a. O. S. 366 ff.

Digitized by Google

wie die vorigen. Außerdem treten auf diesen Flächen auf: Juncus squarrosus an trockenen, filiformis an feuchten Orten, Luzula campestris in mehreren scharf ausgeprägten Varietäten, Orchis maculatus und latifolius, Rumex acetosa und acetosella, Sagina nodosa und procumbens, Ranunculus flammula, acer und repens; Cardamine pratensis äußerst häufig, ebenso Potentilla palustris; ferner Trifolium pratense und repens, Hydrocotyle vulgaris, Menyanthes trifoliata truppweise, Myosotis palustris, Pedicularis silvatica an trockneren, palustris an feuchten Stellen, Plantago lanceolata var. sphaerostachya, Cirsium palustre (bei Barstede auch anglicum[1]), Hypochoeris radicata und Leontodon autumnalis. An Grabenrändern treten auf: Triglochin palustris und maritima (im Forlitzer Becken), Juncus bufonius und lampocarpus, Rumex obtusifolius, Ranunculus sceleratus, Ulmaria palustris, Lotus uliginosus, Lythrum salicaria vielfach, Lysimachia thyrsiflora und nummularia, Mentha aquatica, mehrere Galiumarten, sowie Valeriana officinalis. Ein besonders beachtenswertes Bild bieten die Bäche, Wasserzüge und Seeen mit ihrer ausgeprägten Sumpf- und Wasserflora. Da finden wir: Equisetum palustre und limosum, Typha latifolia und angustifolia, Sparganium erectum und simplex, Potamogeton crispa, natans, perfoliata, compressa u. a., Sagittaria sagittifolia, Alisma plantago und Echinodorus ranunculoides (am großen Meer), Stratiotes aloides in fast allen Wassergräben, mehrere Lemna-Arten, Iris pseudacorus, Polygonum hydropiper und amphibium forma natans, Nuphar luteum in wahren Prachtexemplaren, Batrachium aquatile in mehreren Formen, Batrachium divaricatum, Ranunculus lingua, Nasturtium officinale und amphibium, Barbarea vulgaris, Oenanthe aquatica und fistulosa, Berula angustifolia (am großen Meer), Hottonia palustris, Veronica anagallis und beccabunga, Utricularia vulgaris, Bidens tripartitus und hin und wieder auch cernuus."

Es ist biologisch und pflanzengeographisch gleich interessant, daß man in der Meedenregion so wenige Arten mit vegetativer Wanderfähigkeit antrifft. Sie werden durch den dichten Grasteppich entweder ferngehalten, oder nach der Einwanderung sehr bald erstickt, da der Wiesenteppich ihren Lebensbedingungen, insbesondere dem Gedeihen der wandernden Sprosse, ein unübersteigliches Hindernis bereitet und ihnen daher stets den baldigen Tod bringt. Die auffallendste Erscheinung war mir in dieser Hinsicht die Beobachtung, daß in den höchsten Teilen der Meeden, die in den glazialen Talungen dem Saume der hohen Geest sich nähern, hie und da kleine Gruppen von Anemone nemorosa eingestreut erscheinen. Sie zeigen stets ein kümmerliches Bild und halten sich fast immer an den Grabenrändern, wo dem unterirdischen Achsenteil der Anemone von den sich verflechtenden Graswurzeln und Grasrhizomen auf ihrer vegetativen Wanderung ein beschränkter Spielraum gelassen wird.

Von den Sphagnaceen lehrt die landläufige Meinung, daß sie bei nur sehr geringem Kalkgehalte des Bodens schon nicht mehr lebensfähig

[1]) Cirsium anglicum DC kommt auch sonst in den Meeden vor, wie sich später erwies. Vgl. R. Bielefeld, Flora der ostfriesischen Halbinsel. S. 309.

Digitized by Google

seien. Seit aber C. A. Weber in Bremen sie in reinem Kalke kultivierte, hat man diese Ansicht mit Recht dahin revidiert, daß die den Kalk begleitenden löslichen Salze es sind, die den Sphagnaceen und auch den kalkfliehenden Phanerogamen und dem Adlerfarn verderblich werden. Obgleich sich nun die Sphagnaceen sonst ängstlich an das kalkfreie Hochmoorgebiet halten, trifft man auch im ostfriesischen Meedengebiete hie und da Rasen des Sphagnum cymbifolium, seltener des acutifolium und anderer Arten von mäßigem Umfange namentlich an Grabenrändern an. Diese pflanzengeographisch interessante Tatsache kann nur durch die von C. A. Weber angestellten Kulturversuche und die aus ihnen sich ergebenden Schlußfolgerungen erklärt werden.

Da infolge der verbesserten Abwässerung die Meedengebiete mehr und mehr einer fast alljährlich sich steigernden Austrocknung entgegen gehen, werden einzelne Arten im Laufe der nächsten Jahrzehnte in ihren Vegetationsgebieten Einbuße erleiden, um später endlich ganz zu verschwinden und anderen den veränderten Verhältnissen besser angepaßten Arten den Platz zu räumen.

2. Die kultivierte und die bewaldete Geest.

1. Die kultivierte Geest. Dieser Florenbezirk Ostfrieslands ist der weitaus größte und von Menschen am meisten beeinflußte; er bietet daher sehr wenig Eigenartiges und Charakteristisches. Seine Vertreter gehören in der großen Mehrzahl den Mesophyten an. Dennoch verdient er hier zur Abrundung des Gesamtbildes eine entsprechende Betrachtung.

Als erste Frühlingsboten zeigen sich Bellis perennis, Draba verna und Teesdalea nudicaulis, auf buschigen Erdwällen Anemone nemorosa, auf Äckern Veronica hederifolia, ferner Montia minor, Tussilago farfara und hie und da Myosurus minimus. Allgemein verbreitet sind: Ranunculus repens und arvensis, Stellaria media, holostea und graminea, Spergula arvensis, Cerastium triviale und semidecandrum, Capsella bursa pastoris, oft mit Albugo candida behaftet, Oxalis stricta, Viola tricolor in mehreren Varietäten, Achillea millefolium, das polymorphe Taraxacum officinale in vielen Formen. An Zäunen und Rainen trifft man allenthalben den Geißfuß, Aegopodium podagraria, ferner Urtica dioeca und urens, Chelidonium majus, Cirsium arvense und palustre, Lampsana communis, Polygonum aviculare und Galium aparine, Alchemilla vulgaris, Convolvulus sepium, Rumex crispus und obtusifolius. Auf Äckern: Alchemilla arvensis, Atriplex patulum und hastatum, Chenopodium album und murale, Aethusa cynapium, Polygonum persicaria und convolvulus, Euphorbia peplus und helioscopia, Poa annua, Myosotis versicolor, Veronica serpyllifolia, arvensis und agrestis, Mentha arvensis, Lamium purpureum und amplexicaule, Sonchus oleraceus und asper, Senecio vulgaris, Solanum nigrum, Equisetum arvense; an feuchten Stellen Gnaphalium uliginosum, Juncus bufonius und Bidens tripartitus; als Fremdlinge Galinsoga parviflora und Oenothera biennis. Davon grenzt sich die Flora der Saatfelder und angebauten Ländereien ab; sie zeigt namentlich fol-

Digitized by Google

gende Arten: Bromus secalinus, Lolium perenne, Holcus lanatus, Agrostis spica venti, canina, alba, vulgaris, Agropyrum repens, Polygonum amphibium forma terrestre, Rumex acetosa und acetosella, Chenopodium album in vielen Formen, Stachys palustris, Mentha arvensis, Galeopsis versicolor, ochroleuca und tetrahit, Euphrasia odontites und stricta, Sinapis arvensis, Raphanus raphanistrum, Arnoseris pusilla, Chrysanthemum leucanthemum und segetum, Tussilago farfara, Centaurea cyanus, Agrostemma githago, Ervum hirsutum und Vicia cracca. Als lästige Unkräuter sind vom Landmanne besonders gehaßt: Agropyrum repens, Bromus secalinus, die Agrostisarten, Raphanus raphanistrum und Sinapis arvensis, Centaurea cyanus, Chrysanthemum segetum, Mentha arvensis und die hie und da eingeschleppte Agrostemma githago.

An Wüstungen und Schuttplätzen treten namentlich auf: Sisymbrium officinale, Malva silvestris und neglecta, Anthriscus silvestris und Conium maculatum, Galium aparine, Lappa minor, Hyoscyamus niger, Datura stramonium, Urtica dioeca, Plantago major und lanceolata, Chenopodium album, rubrum, murale und urbicum, Rumex obtusifolius, Polygonum aviculare, Dactylis glomerata und Agropyrum repens. Es sind fast alles Vertreter der echten Ruderalflora.

Ein verhältnismäßig selbständiges Element der Geestflora beherbergen die Feldraine und Erdwälle, mit denen man auf der ostfriesischen Geest allgemein die Ländereien umfriedigt. Hier treten im Frühlinge zuerst Stenophragma Thalianum und Draba verna neben Teesdalea nudicaulis auf, denen bald Cardamine pratensis folgt. Ferner kommen vor: Vicia cracca und angustifolia, Melandryum album, Cerastium semidecandrum und triviale, Stellaria graminea, Anemone nemorosa, Rubus caesis, idaeus und plicatus, Rosa canina, Sedum purpureum, Sambucus nigra, Crataegus oxyacantha und monogyna mit vielen Hybriden, Lonicera periclymenum, Sorbus aucuparia, Viburnum opulus, Evonymus europaea, Tanacetum vulgare, Achillea millefolium, Centaurea jacea, Rumex obtusifolius, crispus und nemolapathum, Humulus lupulus, Polypodium vulgare und Aspidium filix mas. Diese Erdwälle bilden mit ihrer Flora schon den Übergang zu den Waldungen der Geest.

2. Die Wälder der Geest. Die Geestwälder weichen in der Physiognomie wesentlich von dem Kiefernheidewald ab, der dem Heidegebiet eigentümlich ist und sich pflanzengeographisch von den übrigen Waldformen scharf unterscheidet. Die Geestwälder bilden zwei Gruppen, welche im Gesamtbilde neben vielen gleichartigen Zügen auch deutliche Verschiedenheiten aufweisen. Wir teilen sie ein in die Wälder der hohen Geest, zu denen alle kleineren Gehölze um Aurich, der westliche Teil des Egelser Waldes, Eikebusch, das Strooth bei Friedeburg und der Logabirumer Wald gehören, und in die Gehölze des Saumgeländes. Diese berühren mit ihren Grenzen noch den äußersten Saum der hohen Geest, liegen aber selbst schon im Wiesengebiet des Endmoränenbinnenlandes, wie der Wald von Ihlo, oder auf dem Talboden der flachen glazialen Erosionsrinnen, die die hohe Geest von Nordosten nach Südwesten zerschneiden. Dahin gehören Oldehafe, Stiekelkamp, Selverder Brook und verschiedene kleine Privatgehölze Uplengens. Die Flora

Digitized by Google

des Unterholzes und Waldbodens ist hier ärmer als in den Wäldern der hohen Geest, welche viel trockener sind als die Gehölze des Saumgeländes, die in einigen Partieen Erlenbrüchen nicht unähnlich sehen, wie z. B. einige Teile des Ihloer Waldes. Im übrigen läßt sich eher waldwirtschaftlich als pflanzengeographisch eine scharfe Trennung zwischen beiden Waldgruppen durchführen. Sie bilden zusammen den ältesten Teil des jetzt vorhandenen ostfriesischen Waldbestandes und bergen herrliche Exemplare wuchtiger Eichen und prächtiger Buchen, die das Auge des Beobachters erfreuen und ihn „an die Väter gemahnen".

Die nicht umfangreichen Laubholzbestände setzen sich zusammen aus Quercus pedunculata und Fagus silvatica; Quercus sessiliflora fehlt. In den Wäldern des Saumgeländes kommen auch Fraxinus excelsior und namentlich Alnus glutinosa in geschlossenen Beständen vor. Akzessorisch treten namentlich am Waldrande auf Betula verrucosa und pubescens, Populus nigra und tremula, einzeln auch alba, Alnus incana, Acer pseudoplatanus und Carpinus betulus, von denen nur die Birke hin und wieder auch in kleinen geschlossenen Beständen im Übergang zum Heidegebiet vorkommt. Von den Koniferen sind Pinus silvestris und Picea excelsa vorherrschend; Abies alba und Larix decidua kommen zerstreut in den Beständen oder in Alleeen an den Waldwegen vor. Pinus strobus dient namentlich als Windbrecher am Saume der dem Sturme besonders preisgegebenen Bestände.

Das Unterholz bilden folgende Arten: Corylus avellana, Frangula alnus, Viburnum opulus, Evonymus europaea, Hedera helix, Lonicera periclymenum, Humulus lupulus, Prunus spinosa und padus, Salix aurita, capraea und repens, Rosa canina, Rubus caesius, plicatus und idaeus, Vaccinium vitis idaea und myrtillus, Sarothamnus scoparius nur in den trockensten Teilen, Ilex aquifolium nur im südöstlichen und östlichen Ostfriesland. Den Gehölzen des Saumgeländes fehlen Prunus padus und spinosa und Sarothamnus scoparius, während Rosa canina, Rubus caesius und plicatus, Sorbus aucuparia, Frangula alnus, Viburnum opulus und Evonymus europaea sehr zurücktreten. Hingegen scheinen besonders die Salixarten hier kräftig zu gedeihen, ebenso Ribes nigrum, das namentlich zahlreich in einigen Erlenschlägen des Ihloer Waldes angetroffen wird. Rubus saxatilis gehört als Seltenheit nur dem Oldehafer Gehölze an.

Auch an gras- und krautartigen Waldpflanzen beherbergen die Wälder der hohen Geest eine Reihe von Arten, die der anderen Gruppe fehlen, namentlich Fragaria vesca, Circaea lutetiana, Sanicula europaea, Stachys silvatica, Milium effusum, Trientalis europaea. Auch Luzula pilosa fehlt entweder den Wäldern des Saumgeländes völlig, wie z. B. in Oldehafe, oder tritt sehr zurück. Dagegen charakterisieren sich die Gehölze des Saumgeländes durch vier Arten, die nur ihnen eigentümlich sind: Equisetum silvaticum, Ranunculus auricomus, Phyteuma spicatum, Crepis pludosa. Für Oldehafe allein ist noch Paris quadrifolia zu verzeichnen. Auch Listera ovata bevorzugt diese Gehölze in hohem Grade. Auf der hohen Geest wurde bisher nur ein einziges Exemplar im Gehölze Popens gefunden.

Digitized by Google

Allen oder doch den meisten Geestwäldern gemeinsam sind folgende Arten: Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Moehringia trinervis, Corydalis claviculata, Melampyrum pratense, Oxalis acetosella, Vaccinium vitis idaea und myrtillus, Ranunculus ficaria, Geranium robertianum, Angelica silvestris und Thysselinum palustre, Epilobium angustifolium, Geum rivale, Eupatorium cannabinum, Luzula campestris, Carex leporina, Aera flexuosa, Molinia coerulea, Osmunda regalis, Pteridium aquilinum, Blechnum spicant, Aspidium filix mas und spinulosum, Athyrium filix femina und Polypodium vulgare.

Eine pflanzengeographische Sonderstellung nehmen ein: Cornus suecica, die nur in Hopels und im Strooth bei Friedeburg vorkommt, und die sich mehr und mehr vermindernde Ajuga pyramidalis in Egels, die sehr wahrscheinlich mit Kiefernsamen eingeschleppt worden ist und der ostfriesischen Flora wohl niemals angehört hat.

Die Wälder der Geest beherbergen auch eine interessante Laubmoosflora, die allerdings nicht sehr artenreich genannt werden darf. Am meisten kommen vor: Dicranum scoparium Hedw., Leucobryum glaucum Schpr. (immer steril), Ceratodon purpureus, Ulota Bruchii Hornsch. (an alten Eichen gemein), Orthotrichum affine L., fastigiatum Bruch, Lyellii Hook. (an Pappeln alle weit verbreitet), Mnium hornum L. (an Grabenwänden und Baumwurzeln), Atrichum undulatum Schpr., Polytrichum formosum Hedw., piliferum Schreb., juniperinum Willd., Antitrichia curtipendula Brid. (im Walde oft mit schönen Früchten, in den Dörfern immer steril), Isothecium myurum Brid., Plagiothecium undulatum B. S. und denticulatum B. S., Camptothecium lutescens Br. und Schpr., Brachythecium albicans Br. et Schpr., Hypnum squarrosum L., triquetrum L., cupressiforme L. (die var. filiforme an alten Stämmen, var. ericetorum auf trockenem Sandboden), Hypnum Schreberi Willd. und splendens B. S.

Von den höheren Pilzen seien hier nur einige häufig vorkommende Arten erwähnt. Marasmius scorodonius Fr., der Küchenschwamm oder Mousseron, kommt in Fichtenbeständen oft scharenweise vor. Der Hallimasch, Armillaria mellea Fl. Dan., diese dem Forstmanne so unliebsame Erscheinung, wird in keinem Gehölze vergeblich gesucht, ebensowenig der Stockschwamm, Pholiota mutabilis Schaeff., den man oft an alten Erlen beobachten kann. Doch scheint Phallus impudicus L. auf die Wälder der hohen Geest beschränkt zu sein; ich fand ihn wiederholt im westlichen Teile des Egelser Waldes. Der verbreitetste der giftigen Pilze ist der Fliegenpilz, Amanita muscaria L., dessen rote Hüte mit den zierlichen weißen Läppchen man im Spätsommer allenthalben antreffen kann. Der Champignon, Psalliota campestris L., ist über die ganze ostfriesische Geest verbreitet. Er bevorzugt in hohem Maße die Viehweiden; doch kann man ihn auch in den Gehölzen beobachten, wo man den Pfifferling, Cantharellus cibarius L., allerdings viel häufiger antrifft. Die allermeisten der eßbaren Pilze gehören jedoch der Gattung Boletus an. Der Steinpilz, Boletus edulis L., ist allgemein verbreitet und der häufigste eßbare Pilz. Der Kuhpilz, Boletus bovinus L., kommt in den Wäldern und Gebüschen meist truppweise vor; weniger häufig ist der Ringpilz, Boletus luteus L., der gern die Wegränder und Wald-

Digitized by Google

säume bewohnt, und der Kapuziner- oder Birkenpilz, Boletus scaber Fr., der namentlich die Birkenbestände liebt.

Leider werden die Speisepilze in Ostfriesland gar nicht oder doch nur von eingewanderten Familien in sehr geringen Mengen gesammelt und verwertet, weil das Volk die Pilze („Poggstohlen") als Nahrungsmittel noch immer verabscheut. Belehrungen werden hier leider nur wenig fruchten.

3. Das Gebiet der Heide und des Kiefernheidewaldes.

1. Die Heide. Die Heiden, jene für den Botaniker so hochinteressanten Gebiete, die ihm die Natur in noch ungestörter Urwüchsigkeit zeigen, liegen fast allesamt in der östlichen Hälfte Ostfrieslands. Sie bilden oft die Übergangsvegetation von der Geest zum Hochmoore und sind daher im Saumgebiete der hohen Geest im Norden, Süden und Osten anzutreffen, weit weniger an der Westflanke, weil hier die hohe Geest meist ohne pflanzengeographische Übergangsformation floristisch fast unmittelbar ins Binnenland der Tergaster Endmoräne übergeht. Auch die der hohen Geest in so mancher Beziehung nahestehende Landschaft der Geröllåsar im Osten beherbergt an ihrem Südsaume eine weitgedehnte Heidelandschaft, teilweise mit den Vegetationsübergängen zur Flora des Hochmoores. Umfangreiche Heidestrecken finden sich auch in der Innenmoränenlandschaft im Nordosten, die jetzt allerdings durch große Kiefernaufforstungen wesentlich eingeschränkt worden sind. In der Innenmoränenlandschaft im Nordwesten und im Vorlande der Tergaster Endmoräne sind die ursprünglichen Heidegebiete durch neu gewonnene Kulturländereien schon sehr eingeengt worden; sie werden dort bald ganz verschwinden. Glaziales Stromtal und Endmoränenbinnenland haben niemals irgend ein Fleckchen Heidelandschaft besessen.

Die ostfriesischen Heiden gehören insgesamt der pflanzengeographischen Formation der Zwergstrauchheiden an. Hier und da findet man allerdings kleine Flächen, welche den Typus der Moosheide zeigen, an sehr trockenen Stellen auch wohl Fleckchen, welche mit großer Treue die Vegetation der Flechtenheide widerspiegeln. Solche Erscheinungen kehren in fast allen Zwergstrauchheiden Nordwestdeutschlands und Hollands wieder, wodurch aber das charakteristische Gesamtvegetationsbild der echten Zwergstrauchheide nirgends wesentlich beeinflußt wird.

In dem Begriff der „Heide" herrscht bei Germanen und Slaven keineswegs Übereinstimmung. W. O. Focke macht darüber folgende treffende Ausführungen[1]): „Im östlichen Deutschland ist das Wort Heide in anderem Sinne gebräuchlich als im Westen. Dort, auf altslavischem Grunde, aber ausschließlich auf solchem, versteht man unter einer ‚Heide' einen Kiefernwald. In den ursprünglich germanischen Ländern ist diese Bedeutung unbekannt. Die Schweden nennen unsere Heiden in westdeutschem Sinne mit dem lautlich wie sachlich entspre-

[1]) W. O. Focke, Pflanzenbiologische Skizzen. VI. Die Heide. Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen, Bd. XIII, S. 254.

Digitized by Google

chenden Worte ‚hedar', die Dänen ‚heder'. Die Holländer sagen ‚Heide' wie wir, die Engländer ‚heath'. Die rein germanischen Völker sind sich somit über die Bedeutung des Wortes Heide vollkommen einig. Wie es zugeht, daß die germanisierten Slaven im Osten der Elbe den Ausdruck auf Kiefernwälder übertragen haben, mag eine nähere Untersuchung verdienen, kann aber an der Tatsache nichts ändern, daß die ursprünglich deutsche Bedeutung des Wortes die ist, in welcher es in Niedersachsen und Holland gebraucht wird. Im mittelalterlichen Latein wurde Heide mit ‚myrica' oder ‚merica' übersetzt; es ist das ein Wort, welches sicherlich nicht gleichbedeutend mit ‚pinetum', d. i. Kiefernwald, sein soll. Sowohl damals wie jetzt wird das Wort Heide auch in weiterem Sinne für Heidelandschaft gebraucht; die Lüneburger Heide z. B. enthält zahlreiche Waldungen, Gehöfte, Ortschaften u. s. w., ebenso wie der Thüringer Wald, der Odenwald u. s. w. viel bebautes Land umfassen. Überall in unserem Nordwesten spricht man von Heidebächen, Heidewaldungen, Heidedörfern, Heidebewohnern u. s. w., so daß Heide in diesen Zusammensetzungen die Heidelandschaft, die Gegend, welcher die Heide ihr charakteristisches Gepräge verleiht, bezeichnet." [1])

Die Zwergstrauchheide Ostfrieslands ist allerorten an eine 2 m und darüber mächtige Schicht späthvitåglazialen Sandes, den „Heidesand", oder an die deckenförmige Innenmoräne gebunden. Die ganze Landschaft ist „braun und dürr", baumlos oder doch sehr baumarm. Namentlich zwei immergrüne Zwergsträucher sind es, die, selten einmal die Höhe von 30—60 cm überragend, hier weit und breit den Boden bedecken. Es sind die beiden einander biologisch so ähnlichen Geschwister der Calluna vulgaris (Besenheide) und Erica tetralix (Doppheide, Böhnerheide), von denen die erstere an Individuenzahl so sehr überwiegt, daß man auch von einer Callunaheide oder dem Callunetum sprechen kann.

Die im Erdteile Europa vorkommenden Ericaceen gehören bekanntlich der atlantischen Assoziation an [2]). Nur jene beiden Vertreter, welche sich der größeren Kälte und Bodennässe anzupassen vermochten, konnten bis in unsere nordwestdeutschen (ostfriesischen) Heiden vordringen; sie gehören beide mit der Andromeda polifolia zur engeren Gruppe der Ericeen. Neben gelegentlicher Sommerdürre ist es der austrocknende winterliche Ost, der von beiden Heidearten eine große Zähllebigkeit verlangt, da der dann gefrorene Boden einen Ersatz des durch Verdunstung herbeigeführten Wasserverlustes versagt. Aber auch zu jeder anderen Jahreszeit wird das durch Austrocknung verloren gegangene Wasser infolge des sehr trägen Saftstromes nur sehr langsam

[1]) Dem sei noch hinzugefügt, daß auch der westlich von Halle a. S. auf einer sterilen Fläche tertiären Sandes angelegte Kiefernheidewald als „die Heide" bezeichnet wird, was nicht befremden kann, da die Siedelungsnamen in der Umgebung Halles teilweise slavischen (sorbischen) Ursprunges sind und die Dörfer noch zu Luthers Zeiten hie und da der sorbischen Sprache sich bedienten.

[2]) Sie wanderten also von SW. her in Europa ein, weshalb ihre Artenzahl nach N. und O. mehr und mehr abnimmt. Die pyrenäische Halbinsel beherbergt 13, Frankreich 10, England 6, Deutschland 4, Island noch 2 Arten. In Italien findet man noch 9, in der Balkanhalbinsel noch 5 Arten als Vertreter dieser Familie.

Digitized by Google

wieder ersetzt, was durch den extrem xerophilen Bau der Blätter wieder ausgeglichen wird. Dennoch würde eine anhaltend trockene Luft und ein allzu trockener Boden unseren Ericeen verderblich werden, weshalb sie die feuchte Küsten- und Gebirgsluft bevorzugen und an Örtlichkeiten sich ansiedeln, die gegen völlige Austrocknung gesichert sind. Auch das Substrat braucht bei den so wenig lebhaften physiologischen Funktionen der Ericeen nur ein armer Sandboden zu sein, wie ihn die Kiefer liebt. Die geringe chemische und physikalische Leistungsfähigkeit der Blätter, der arme, karge Boden und endlich noch der frei über die Heide streichende Wind, der aufragende Sprosse und Achsenteile namentlich als ausdörrender Ost sehr bald tötet, verleihen der Gesamtvegetation unserer Heidelandschaften das Zwerghafte, Kärgliche und Kümmerliche und erwecken dem Botaniker den Eindruck des Duckens auf den Erdboden zum Schutze gegen den Wind wie in noch höherem Grade die Flora der ostfriesischen Inseln.

Die abfallenden nadelartigen Blätter unserer Ericeen verwesen und vermodern nur sehr langsam. Sie breiten eine schwarzbraune Schutzdecke über den Heidesand, die in der Sonnenhitze selbst allerdings völlig austrocknen kann, aber dann doch immer den von ihr verhüllten Heidesand noch wesentlich gegen völlige Austrocknung zu schützen vermag. Diese Nadeldecke des Heidebodens ist auch in anderer Beziehung ein nicht unwichtiges Schutzwerkzeug. Sie verhindert das Keimen hineingewehter oder sonst herbeigeführter Samen und damit die Einwanderung von Konkurrenten mit lebhafteren Lebensfunktionen und darin begründetem rascheren Wachstum, die den Heidesträuchern den Boden mit Erfolg streitig machen, sie bald überwuchern und allmählich unterdrücken würden. Daher vermag die Calluna die weitgedehnten Flächen auch der niederen und feuchten Strecken, wo den nicht so ausgesprochen xerophil gebauten Heidebewohnern eine Existenzmöglichkeit wohl geboten wäre, erfolgreich zu verteidigen und in unbestrittenem Besitze zu behalten [1]).

Obgleich die Ericeen nach ihrem anatomischen Bau und ihrem physiologischen Verhalten ausgeprägte Xerophyten sind, bleiben sie gegen Bodennässe unempfindlich. Doch vertragen sie längere Wasserbedeckung nicht, weshalb periodisch mit Wasser gefüllte Niederungen und Heidetümpel keine normale Heidevegetation aufzuweisen haben. Sie werden in der Regel von einem zur Blütezeit sich prächtig ausnehmenden Kranze von Büschen der Erica tetralix umsäumt, die hier merklich besser fortkommt als die Calluna. Zu ihr gesellt sich selten einmal die schöne, immergrüne Andromeda polifolia, die mehr das Hochmoor liebt. Der Grund der von der Heide gemiedenen Niederung wird von graugrünen und grünen Gräsern und Halbgräsern besiedelt, namentlich von Molinia coerulea, Aera flexuosa und discolor, Eriophorum angustifolium und vaginatum, Carex panicea, Goodenoughii und pilulifera, Rhynchospora alba (seltener fusca), denen sich oft beigesellen Pinguicula vul-

[1]) Die Birke und die deutsche Myrte (Myrica gale) finden sich daher verhältnismäßig selten auf der Heidefläche ein; sie bewohnen gern die Ränder der Tümpel und Heidebäche.

Digitized by Google

garis, Pedicularis silvatica, Euphrasia gracilis, Litorella juncea, Viola palustris, Galium uliginosum und palustre, Mentha aquatica, Ranunculus flammula, Lycopodium inundatum, hin und wieder auch Drosera rotundifolia, Sphagnumarten, Dicranum palustre, Polytrichum juniperinum und piliferum und Pogonatum aloides.

Aber auch die höchsten und trockensten Stellen der Heidehügel überläßt die Calluna wohl anderen Heidebewohnern, die noch mehr Trockenheit vertragen. Es sind Sträucher mit ericoidem Typus wie das ebenfalls immergrüne Empetrum nigrum und die mit der charakteristischen Rutensproßform ausgestatteten Ginsterarten Sarothamnus scoparius, Genista anglica, pilosa und tinctoria und der im Meerhuser Walde und bei Langholt vorkommende immergrüne Wacholder. Sehr viel Trockenheit verträgt auch die so vielgestaltige Salix repens in der den Heidegegenden eigentümlichen Varietät leiocarpa mit ihren kahlen, glänzenden, rötlichen Früchten. Auch einige xerophile Gräser trifft man auf den trockensten Stellen; es sind Festuca ovina, Weingaertneria canescens, Nardus stricta und Avena praecox, denen sich von den Kryptogamen außer den bekannten Renntierflechten der Gattungen Cladonia und Cladina noch Lycopodium clavatum zugesellt, das oft ganze Flächen auch mit der Calluna friedlich bewohnt und reichliche Fruchtähren entwickelt. Diejenigen flachen Böschungen, welche dem Ost gute Angriffsflächen bieten, fallen der äolischen Umgestaltung anheim. Hier entwickelt sich eine ausgesprochen psammophile Flora, die namentlich durch die Arten Ammophila arenaria, Calamagrostis epigeos, Weingartneria canescens, Carex arenaria, Filago minima und die braune stechende Hornflechte, Cornicularia aculeata Ach., vertreten wird.

Es ist nicht zu verkennen, daß neben den immergrünen Zwergsträuchern und dem Wacholder, sowie den ebenfalls immergrünen Kryptogamen mit nadelähnlichen Blättern (Lycopodium clavatum, Polytrichaceen u. s. w.), auch die heidebewohnenden Gräser und manche Kräuter deutlich xerophil gebaut sind. Die Gräser haben borsten- oder fadenförmige Blätter, die an der Oberfläche gefurcht oder rinnenförmig gestaltet sind und nur Spaltöffnungen in den behaarten Furchen besitzen; daneben sind die Luft führenden Interzellularräume sehr eng — alles treffliche Einrichtungen, um der Trockenheit erfolgreich zu begegnen. Andere nur akzessorisch auftretende Arten passen sich in sehr klein- und schmalblätterigen Formen den Standortsverhältnissen an, wie z. B. Rumex acetosella, Campanula rotundifolia, Jasione montana u. a., während die echten Heidebewohner Antennaria dioeca, Gnaphalium silvaticum, Filago minima u. a. durch Behaarung den nötigen Verdunstungsschutz erhielten. Sukkulenten, die sich in der Vegetationsperiode durch Wasserspeicherung über die Zeiten des Mangels hinweghelfen, kommen in den ostfriesischen Heiden nicht vor.

Den Übergang der Heide zum Moore vermitteln neben Erica tetralix und Andromeda polifolia namentlich Myrica gale, jener aromatisch duftende Strauch des feuchteren Geländes, Eriophorum angustifolium und vaginatum, Rhynchospora alba und fusca, Scirpus caespitosus, Carex echinata, Goodenoughii, pilulifera, Parnassia palustris, Gentiana pneumonanthe, Narthecium ossifragum, Pedicularis silvatica, Pinguicula

Digitized by Google

vulgaris, Drosera rotundifolia und einige Hypnum-, Sphagnum- und Polytrichumarten.

An blütenprächtigen Pflanzen ist die Heide nicht arm. Im Frühling erinnert die zierliche Antennaria dioeca mit ihren schön weißen und blaßrosenroten Blütenköpfchen an das nahe verwandte Edelweiß der Alpen. Im Sommer erfreuen den Heidewanderer der schöne blaue Enzian (Gentiana pneumonanthe), der Wohlverleih (Arnica montana), die Bergjasione (Jasione montana) oder die blauen Glocken der Campanula rotundifolia. An trockenen Stellen findet man die beiden Polygalumarten und die zur Blütezeit weither winkenden Büsche des Besenginsters und der Genista-Arten, zuweilen auch anmutige Gruppen des schmalblättrigen Weidenröschens (Epilobium angustifolium). Hie und da sieht man einen prächtigen Orchis maculatus oder latifolius oder die duftende Platanthera bifolia. Wenn schon die meisten Ericabüschchen ihre Samen reifen, feiert die Heide im Hochsommer ihr Frühlingsfest: die schöne Calluna breitet über die monotone braune Landschaft ihren rosigen Blütenschimmer.

Von den Nebenpflanzen der Heide seien hier noch folgende aufgeführt: Sieglingia decumbens, Carex hirta, flava var. lepidocarpa und Oederi, Luzula campestris var. vulgaris, multiflora und congesta, Juncus lampocarpus, squarrosus[1]), acutiflorus, supinus und bufonius, Alisma ranunculoides und plantago, Polygonum hydropiper, Veronica officinalis, serpyllifolia und beccabunga, Centunculus minimus, Cicendia filiformis, Hydrocotyle vulgaris, Illecebrum verticillatum, Corrigiola litoralis, Tormentilla silvestris, Rubus caesius, Ornithopus perpusillus, Lotus corniculatus und uliginosus, Hypericum humifusum, selten pulchrum, Linum catharticum und Radiola multiflora, Stellaria graminea, Cerastium triviale, Spergularia rubra, Sagina nodosa und procumbens, Polygalum vulgare und serpyllaceum, Thrincia hirta, Hieracium umbellatum und murorum.

2. Der Kiefernheidewald. In der ganzen norddeutschen Tiefebene ist der Kiefernheidewald die verbreitetste Waldformation. Er findet sich in Ostfriesland fast nur im Gebiete jener Heidestriche, die an der Ostflanke der hohen Geest sich in die Innenmoränenlandschaft im Nordosten und die Geröllåsarlandschaft im Osten hinein erstrecken; denn westlich von dem Straßenzuge Hesel-Großefehn-Aurich-Westerholt liegen kaum noch nennenswerte Gebiete, die mit Kiefern aufgeforstet sind. Von den meist noch jugendlichen ostfriesischen Kiefernheidewäldern seien genannt: Meerhuser Wald, Gehölz Schoo, der Wittmunder Wald, Neuenwalde, Osteregels, der Knyphauser Wald, der Karl-Georgsforst, der Hopelser Wald und das Gehölz von Kloster Barthe.

Der Kiefernheidewald, zur Gruppe der xerophilen Wälder gehörend, ist ein verbreiteter Waldtypus in den Hochgebirgen und in höheren Breiten mit verhältnismäßig hoher Jahresschwankung des Klimas. Der xerophile Bau der Kiefer wird charakterisiert durch die nadelförmigen Laubblätter, die nach dem Prinzip der Oberflächenverminderung gebaut sind.

[1]) Juncus squarrosus bildet auf trockneren Heidestellen manchmal die bekannten Hexenringe.

Digitized by Google

Die Epidermis ist kutikularisiert; die Spaltöffnungen sind eingesenkt. Die Zahl der Wurzelhaare ist bedeutend geringer als bei den Laubhölzern. Durch alle diese Einrichtungen ist der Wasserverbrauch gegenüber den Laubbäumen sehr herabgesetzt.

Die Kiefer ist eine außerordentlich bodenholde Pflanze, ebenso wie ihre getreue Begleiterin, die bescheidene Calluna. Wie diese nimmt sie mit dem ärmsten Boden vorlieb und fragt nicht, ob er trockener Sandboden oder nasser schwammiger Heideboden ist. Aber sie hat ein sehr großes Verlangen nach Licht! Das zeigt sich auch darin, daß ihre Nadeln nur auf dem Wipfel und an den Zweigenden stehen. Das Nadellaub ist nur kurzlebig, da es selten länger als 4—5 Jahre grün bleibt. Dann fällt es ab, um der gelbbraunen Nadeldecke des kargen Waldbodens eingefügt zu werden. Auch reinigt sich der Stamm gar bald von den inneren, früh absterbenden Zweigen. Daher ist die Kiefer kein Schattenbaum, sondern bedingt einen gut belichteten Waldboden, der fast immer eine Vegetation beherbergt, die hier schon autochthon war, als der Forstmann die Kiefer pflanzte. So kann die Vegetation des Kiefernheidewaldes nichts anderes sein als das wenig veränderte Bild der Zwergstrauchheide, deren ökologische Varietät sie nur ist.

Auf dem kargen Heideboden des Kiefernheidewaldes, der dem Sonnenlichte und den Luftströmungen freien Zutritt gewährt und dabei selbst nur einen geringen Feuchtigkeitsgehalt besitzt, können sich zumeist nur Xerophyten behaupten. Wir treffen hier wieder die meist immergrünen Zwergsträucher der Calluna, seltener der Erica, des Empetrum nigrum, Salix repens und den unverwüstlichen Heidesohn, den Wacholder, der allerdings in Ostfriesland nur im Meerhuser Walde in größerer Zahl vorkommt. Vaccinium vitis idaea folgt der Kiefer in treuer Anhänglichkeit bis in die dürrsten und armseligsten Partieen des Heidelandes, während Vaccinium myrtillus sich im Kiefernheidewalde an den Grabenrändern hält und die trockensten Waldstellen vorsichtig meidet. Sie fühlt sich wohler im Unterholze des gemischten Waldes, da sie mehr Schatten, aber weniger Trockenheit des Bodens verträgt. Vaccinium vitis idaea vereinigt sich mit ihrer Schwester, der Heidelbeere, zum Kampfe gegen die Calluna, die eine mäßige Beschattung noch gut verträgt, aber der immer dichter sich webenden Decke der immergrünen Preißelbeerzwergsträucher schließlich erliegen muß. Wo aber der Wald der Zwergsträucher noch offene Stellen frei läßt, nehmen noch einige Mesophyten den Kampf ums Dasein auf, namentlich Viola canina, Tormentilla silvestris, Hieracium murorum und pilosella, Jasione montana, Aera flexuosa und Calamagrostis epigeos. Im Callunetum der dürrsten Waldhügel finden sich eine Anzahl bescheidener xerophiler Kryptogamen, z. B. Lycopodium clavatum und annotinum, Leucobryum glaucum, Hypnum cupressiforme var. ericetorum, zahlreiche Cladonien, zwischen denen sich von den Phanerogamen gern noch die mit trefflichem Verdunstungsschutz und xerophilem Bau ausgestatteten Schwestern Antennaria dioeca und Gnaphalium silvaticum ansiedeln.

Der geschlossene Kiefernheidewald zeigt nur dort einzelne Einsprenglinge an anderen Waldbäumen, wo bald nach dem Einpflanzen eine junge Kiefer einging. Ihre Stelle wird gern von der Birke ein-

Digitized by Google

genommen, die auch ein Lichtbaum ist und sich daher meist nur am Waldrande wohl fühlt, wo sich hie und da auch wohl eine Populus tremula und die duftige Myrica gale ihr zugesellen.

Die neuen Kiefernaufforstungen haben das Gebiet der ostfriesischen Heiden bedeutend eingeschränkt und mancher früher täglich hier umherstreifenden Heidschnuckenherde das Weideland verkleinert oder ganz geraubt, wodurch ja allerdings die Poesie unserer Heidelandschaften wesentliche Elemente eingebüßt hat. So schmerzlich das auch den Naturfreund berühren mag, so ist doch die Beforstung mancher steriler Strecken und die Kultivierung des besseren Heidelandes durch fleißige Menschenhände, die sich hier einen bescheidenen eigenen Herd zu gründen vermögen, vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus mit Freuden zu begrüßen.

Digitized by Google

VII. Die Tierwelt.

Im Vergleiche zur Geestflora, welche pflanzengeographisch völlig geklärt ist und abgesehen von neu auftauchenden und meist bald wieder untergehenden Einwanderern in ihrem Artenbestande wohl vollständig bekannt sein dürfte, ist unsere Kenntnis der Fauna der ostfriesischen Geest noch außerordentlich dürftig, weshalb es jetzt unmöglich ist, ein klares Bild ihrer Tiergeographie zu gewinnen. Außer Wessels „Beitrag zur Käferfauna Ostfrieslands [1])", der eben nur ein Beitrag sein will und, wie ich öfter auf meinen Exkursionen feststellen konnte, noch recht lückenhaft ist, fehlt uns jegliche zoologische Literatur über die ostfriesische Geest [2]). Es wäre eine dankbare Aufgabe für die in und um Ostfriesland wohnenden Zoologen, durch planmäßig betriebene Untersuchungen und monographische Arbeiten diese empfindliche Lücke in der naturwissenschaftlichen Literatur Ostfrieslands zu umzäunen und auszufüllen.

Von den Säugetieren, die die ostfriesische Geest beherbergt, sind besonders die Tiere des Waldes erwähnenswert. An den Waldblößen trifft man oft das muntre Reh in kleinen Rudeln äsend an, deren Zahl sich unter dem weidmännischen Schutze nach und nach etwas vermehrt. Hirsch und Schwarzwild aber fehlen den ostfriesischen Wäldern. Ein sehr verhaßter Raubsäuger ist der Fuchs, der in Wald und Heide durchaus kein seltener Gast ist. Aber auch der Dachs war dem ostfriesischen Walde niemals fremd; man findet seine Höhlen in Egels, Lütetsburg und Hopels. Hie und da (z. B. in Ihlo) trifft man auch den Edelmarder (Mustela martes L.) an [3]), der dem Jäger ebenfalls eine sehr unliebsame Erscheinung ist und namentlich dem Eichhörnchen

[1]) Veröffentlicht in Abhandl. des naturwiss. Vereins Bremen, Bd. V, S. 367 bis 394.

[2]) Über die ostfriesischen Inseln verdanken wir Ferdinand von Droste, Oskar Schneider und Otto Leege folgende treffliche Arbeiten: von Droste-Hülshoff, Die Vogelwelt der Nordseeinsel Borkum. Münster 1869. Selbstverlag. XX und 406 Seiten. — Oskar Schneider, Die Tierwelt der Nordseeinsel Borkum unter Berücksichtigung der von den übrigen ostfriesischen Inseln bekannten Arten. Abhandl. d. naturwiss. Vereins Bremen, Bd. XVI, S. 1—174. Bremen 1900. — Otto Leege, Die Vögel der ostfriesischen Inseln nebst vergleichender Übersicht der im südlichen Nordseegebiet vorkommenden Arten. Emden und Borkum. W. Haynel, 1905. X und 198 Seiten.

[3]) Die auf S. 163—165 und oben auf S. 119 vorkommenden Namen wurden nach Trouessarts Catalogus mammalium und der Handlist of birds des britischen Museums revidiert, was ich der Freundlichkeit meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professors Dr. O. Stoll, verdanke.

Digitized by Google

oftmals zum Verderben gereicht. Dennoch hat sich das Eichhorn, dieses possierliche „Äffchen des Nordens", in den letzten 10—15 Jahren in Ostfriesland sehr vermehrt, so daß es zuweilen sogar in kleine Feldhölzchen verschlägt.

An Bächen, Kanälen und Landseeen wohnt der Fischotter, der allen Nachstellungen zum Trotze fast unausrottbar zu sein scheint, und die harmlose Wasserratte (Arvicola terrestris L. subspec. amphibius L.). Auf freiem Felde wählt sich der Iltis gern die Einfriedigungswälle als Unterschlupf und Niststätte, während seine nächsten Verwandten, das Hermelin (Ictis ermineus L.) und das kleine Wiesel (Putorius putorius L.) weniger die Straßen und Wege meiden und in Ostfriesland gern die unterhalb der Landstraßen und Wege quer durchgelegten ausgemauerten Wasserdurchleitungen („Pumpen" oder „Piepen" genannt) bewohnen. Igel und Maulwurf werden häufiger angetroffen als die beiden Arten der Spitzmaus (Sorex araneus L. und minutus L.). Der Hase und die in manchen Jahren in großen Scharen auftretende Feldmaus (Arvicola arvalis Pall.) sind allgemein verbreitet; doch fehlt glücklicherweise sowohl der Hamster, als auch das verwilderte Kaninchen der ostfriesischen Geest ganz. In den größeren Ortschaften richtet der Hausmarder (Mustela foina Erxl.) in den Hühnerställen zuweilen argen Schaden an. Das schädlichste Tier aber ist hier ohne Zweifel die allgemein verbreitete Wanderratte (Mus decumanus Pall.), welcher die Hausratte (Mus rattus L.) wohl schon allenthalben das Feld geräumt hat. Die Chiropteren sind durch die drei auf der ostfriesischen Geest beobachteten Fledermausarten Plecotus auritus L., Vesperugo [Vesperus] serotinus Schreb. und Vespertilio murinus Schreb. vertreten.

Die Reihe der gefiederten Gäste, die auf dem Frühlings- und Herbstzuge in Ostfriesland vorsprechen, ist nicht unbedeutend. Sie sind namentlich durch Baron v. Droste auf Borkum und Otto Leege auf Juist beobachtet worden, auf deren Arbeiten hier verwiesen werden mag.

In Städten und Dörfern treffen wir aus der Klasse der Raubvögel vielfach den Steinkauz (Athene noctua Retz.) und nicht selten die Schleiereule (Strix flammea L.), die sehr gern die alten Kirchen und Glockentürme bewohnen, die sie mit Mauerseglern (Cypselus apus L.), Dohlen (Corvus [Lycos] monedula L.) und Staren friedlich teilen. In den menschlichen Wohnungen finden Haussperling und Hausschwalbe Unterkunft, und in der Nähe der Gehöfte oder auf dem Firste des Bauernhauses nistet der Storch. An die Fensternischen klebt in den Städten die Mehlschwalbe (Chelidon urbica L.) ihre grauen Körbchen, während am Gesimse der Hausrotschwanz (Ruticilla tithys Scop.) leicht ein Nistplätzchen findet. Die Gärten werden in angenehmer Weise belebt durch Buchfink (Fringilla coelebs L.), Fliegenschnäpper (Muscicapa grisola L.), Zaunkönig (Troglodytes parvulus Koch), Spötter (Sylvia [Phyllopneuste] hypolais L.) und Gartenrotschwanz (Ruticilla phoenicurus L.). Auf den Bäumen der Ortschaften und Gehöfte sieht man oft das Nest der beim Landmanne so wenig beliebten Elster (Pica caudata Keys. u. Blas.). Auch die Bachstelze (Motacilla alba L.)

Digitized by Google

liebt die Nähe der Dörfer und Gehöfte mehr als das freie Feld. Sie nistet auf der ostfriesischen Geest mit Vorliebe unter Dachvorsprüngen und Brücken.

Das freie Feld der Geest sondert sich tiergeographisch scharf ab von dem Wiesengelände des Meedengebietes, dessen Tierwelt schon oben Seite 119 erwähnt wurde. Von den Raubvögeln, die sämtlich ein großes Jagdgebiet beanspruchen und daher nur zerstreut als Brutvogel angetroffen werden, sind Wiesenweihe (Circus [Strigiceps] cyaneus L.), Hühnerhabicht (Astur palumbarius L.) und Sperber (Accipiter nisus L.) besonders erwähnenswert, ferner der Turmfalke (Tinnunculus alaudarius Gmel.), den man nicht bloß in alten Kirchen (z. B. Bedekaspel, Holtrop u. s. w.) nisten sieht, sondern auch am Waldsaume z. B. in Ihlo brütend antreffen kann. Von den Hühnervögeln kommt das Rebhuhn oder Feldhuhn (Perdix cinerea Lath.) häufig vor. Auch die Wachtel (Coturnix communis Bonn.) ist hier heimisch; doch scheint sie sich in letzter Zeit zu vermindern. Der rotrückige Würger (Enneoctonus collurio L.) ist eine sehr häufige Erscheinung. Ebenso werden die Rabenkrähe (Corvus corone L.), der oft sehr lästig werdende Feldsperling (Passer montanus L.) und die Goldammer (Citrinella citrinella L.) häufig angetroffen. Tiergeographisch interessant ist das Wohngebiet der Grauammer (Melanocorypha calandra L.), die sich in Ostfriesland streng an die Marsch hält, während ich sie auf der Geest nirgends als Brutvogel antraf. Sobald man aber von der Geest nach der Marsch hinüberwandert, ist es immer zuerst die Grauammer, die von einem Pfahle oder einer Telegraphenleitung herab jedermann mit ihrem „Titeriii" begrüßt. Die Rohrammer (Citrinella schoeniclus L.) ist auch im Röhricht der Marsch viel häufiger als auf der Geest. An wassergefüllten alten Mergelausschachtungen verraten die Löcher in den Uferwandungen den Wohnort der Uferschwalbe (Cotile riparia L.), die ich am häufigsten im Harlingerlande antraf. Allgemein verbreitet ist der Grünling (Fringilla chloris L.), der Bluthänfling (Linaria cannabina L.), von dem die Mooranwohner die in den hohen Callunabüschen nistenden ganz unberechtigterweise als „Heidrebientje" absondern, die Feld- (Alauda arvensis L.) und die Haubenlerche (Galerida cristata L.) und der Wiesenpieper (Anthus pratensis L.), dem der häufig vorkommende Kuckuck am liebsten sein Ei anvertraut. Die Einfriedigungswälle bieten dem allgemein verbreiteten, aber nirgends häufigen Steinschmätzer (Saxicola oenanthe L.) gute und sichere Nistplätze.

Die Wälder beherbergen den nicht häufigen Mäusebussard (Buteo vulgaris Bechst.), den vielfach anzutreffenden Eichelhäher (Garrulus glandarius L.), seltener den Kolkraben (Corvus corax L.) und den Reiher (Ardea cinerea L.), der in Lütetsburg, Ihlo und Bollinghusen gesellig horstet. Den Grünspecht (Gecinus viridis L.) und großen Buntspecht (Picus major L.) sieht man in jedem Walde, ebenso die Ringeltaube (Columba palumbus L.), die Singdrossel (Turdus musicus L.), die Blaumeise (Parus caeruleus L.), die Kohlmeise (Parus major L.) und den Baumläufer (Certhia familiaris L.). Die Nachtschwalbe (Caprimulgus europaeus L.) traf ich am Saume des Meerhuser Waldes und in Egels brütend an, den Pirol (Oriolus galbula L.) in Egels und in Popens.

Digitized by Google

Die Nachtigall (Luscinia vera Sundev.) kommt namentlich auf der hohen Geest nicht selten vor. Sie zieht das Gebüsch in der Nähe der Dörfer und die kleinen Feldgehölze den geschlossenen Waldbeständen vor.

Aus der Klasse der Reptilien sieht man am häufigsten die Zauneidechse (Lacerta agilis L.). In jedem Gehölz ist die Blindschleiche (Anguis fragilis L.) nicht selten anzutreffen, seltener die giftige Kreuzotter (Vipera berus L.), die mehr die etwas moorigen Stellen liebt und daher namentlich ein Heide- und Moorbewohner ist. Von den Amphibien sind Grasfrosch (Rana temporaria L.) und Teichfrosch (Rana esculenta L.) über die ganze ostfriesische Geest verbreitet; weniger häufig ist der kleine Wassermolch (Molye taeniata Wolff).

Unter den Fischen sind Aale, Hechte, Brassen, Barsche und Schleien von wirtschaftlicher Bedeutung.

Von den Evertebraten seien hier nur jene Arten genannt, die infolge des von ihnen angerichteten Schadens besondere Beachtung verdienen. Der Maikäfer (Melolontha vulgaris Fabr.) kommt wohl auf der Geest vor, jedoch niemals in solcher Menge, daß sein Schaden bemerkbar wird. Auf Wiesen und im Gebiete der Meeden sieht man aber oft die erdbraune, mit drei hellen Rückenlinien gezierte Raupe der Graseule (Charaeas graminis L.), welche hier in einzelnen Jahren großen Schaden anzurichten vermag. Bedeutender sind die Verwüstungen, die im Wiesengelände und in Haferfeldern von der Larve der Kohl- oder Wiesenschnake (Tipula oleracea L.) herbeigeführt werden. Besonders trat sie in der Mitte der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in ungeheurer Zahl im ganzen Stromgebiet des Fehntjer Tiefs auf und verursachte in den Meeden großen Schaden. Im Volke ist der Schädling unter dem Namen „Amel" sehr bekannt.

Das feuchte Sommerklima, das auch dem Maikäfer so wenig zusagt, daß er sich niemals in verderbenbringender Weise vermehren kann, hält auch die waldfeindlichen Insekten im Zaume. Von den schädlichen Käfern ist die Gattung Bostrychus (Borkenkäfer) in mehreren Arten vertreten, die zuweilen dem Forstmanne recht unangenehm werden können. So berichtet mir Herr Brünig, Königlicher Förster in Hopels, dem ich auch für weitere Nachrichten über forstschädliche Insekten in Ostfriesland zu Dank verpflichtet bin, daß der krummzähnige Tannenborkenkäfer (Bostrychus curvidens Germ.) in Hopels im Sommer 1898 so massenhaft auftrat, „daß ein Bestand von 1 ha gänzlich abgetrieben werden mußte." Häufig ist der Waldgärtner (Hylurgus piniperda L.), den ich in den Wäldern um Aurich oft beobachtete, ferner in Kloster Barthe und im Wittmunder Walde; auch aus Hopels wird sein Auftreten berichtet. Sehr schädlich ist der große braune Rüsselkäfer (Hylobius abietis L.), der namentlich in Hopels als arger Feind des Forstmannes auftritt, während der kleine braune Rüsselkäfer (Hylobius pinastri Gyll.) nur unerheblichen Schaden anrichtet.

Von den Waldschädlingen, die zu den Schmetterlingen gehören, treten die Gattungen Tortrix und Retinia sehr in den Vordergrund. Insbesondere ist es der Eichenwickler (Tortrix viridana L.), der namentlich im Mai geradezu verheerend auftreten kann. Er beschränkt sich nicht auf die Eichenbestände der Wälder, sondern kommt auch oft auf

Digitized by Google

den Eichen der Einfriedigungswälle vor. Schimmelpfennig berichtet[1]) darüber: „Interessant war die Beobachtung des sehr verspäteten Auftretens und des Vertilgens der Tortrix viridana gegen Ende Mai 1876. Die Eichenbestände in Eikebusch und Ochsenmeer, in Popens und Ihlo waren gleichmäßig befallen und wurden von vielen Hunderten von Staren der aufgeführten Reihenfolge nach so gründlich gesäubert, daß nur die Ihloer Bestände, welche zuletzt an die Reihe kamen, gelitten hatten, während die Eichen in Eikebusch und Ochsenmeer im frischesten Grün erhalten waren. Im Jahre 1877 zeigte sich die viridana nur ganz vereinzelt. Dank den hungrigen Staren!“ Die Verwandten des Eichenwicklers treten in ihren schädlichen Wirkungen gegen jenen sehr zurück. An krummen jungen Kiefernstämmen beobachtet man hie und da die Tätigkeit des Kiefernwicklers (Retinia Buoliana W. V.); außerdem sind zu erwähnen Tortrix histrionana Fröl., Retinia turionana Hübn. (Kiefernknospenwickler) und resinella L. (Harzgallenwickler). Glücklicherweise treten die dem Forste schädlichen Bombyciden nur selten und stets in nur geringer Zahl auf. Der Kiefernspinner (Gastropacha pini L.) ist ebenso selten, wie die Nonne (Ocneria monacha L.), welche in Hopels zuletzt 1896 in wenigen Exemplaren beobachtet wurde. Im Hopelser Walde trifft man ebenfalls den Rotschwanz oder Kopfhänger (Dasychira pudibunda L.) an, der dort im Juni 1898 auf dem alten Klosterplatze an Rotbuchen ziemlich zahlreich auftrat. Selten und nur einzeln sieht man die Forleule (Trachea piniperda L.); ebenso ist der Schaden, den die Kiefernblattwespe (Lophyrus pini L.) in unseren Kiefernbeständen anrichtet, nur gering. Außer diesen glücklicherweise meist nur in kleiner Zahl auftretenden Feinden unserer Holzungen werden namentlich die Kiefernbestände in der Nachbarschaft des Moores von einem viel gefährlicheren Waldverwüster auf große Strecken hin plötzlich völlig vernichtet. Das ist der Waldbrand, der zur Zeit des Moorbrennens durch herrenloses Feuer entfacht werden kann. So sind in Ostfriesland die Waldbrände von Hopels von 1893 und 1905, durch welche allen aufgebotenen Abwehrmaßregeln zum Trotze große Flächen des Kiefernheidewaldes zu Grunde gerichtet wurden, noch in frischer Erinnerung.

[1]) In Dankelmanns „Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen“ Bd. X, S. 315, 316.

Digitized by Google

VIII. Anthropogeographisches.

Die Bevölkerung der ostfriesischen Halbinsel ist somatisch keine einheitliche, in ihrem größeren Teile sogar keine friesische, wie selbstverständlich auch alle eingeborenen Bewohner Ostfrieslands sich den Friesen zurechnen. Es muß jedem unbefangenen Beobachter auffallen, daß die Bewohner der Marsch einen wesentlich anderen Typus besitzen als die der Geest. Am besten gewahrt man das auf den Wochenmärkten in Emden und Norden, wo man Marsch- und Geestbewohner nebeneinander sieht oft in typischen Gestalten, wo daher die Unterschiede am ersten auffallen müssen. J. G. Kohl, der ausgezeichnete Beobachter und treffliche Monograph der Friesen, war es, der zuerst nachdrücklich betonte, daß das Friesentum an der Marsch klebe. So ist es allenthalben in Schleswig-Holstein, zwischen Elbe und Ems und in Holland. Wie in Ostfriesland und im untersten Wesergebiet, so fiel mir auch in Holland (namentlich im mittleren Teile) in den Küstenstrichen der Dualismus im Bevölkerungstypus auf. Dabei will es mir scheinen, als wenn infolge des durch Sturmfluten und Deichbrüche verursachten Verlustes an Menschenleben ein merklicher Zuzug aus den Geestgebieten nach der Marsch niemals stattgefunden habe, weil sich das Friesentum in den ländlichen Bezirken der ostfriesischen Marschstriche verhältnismäßig rein überliefert hat. Abgesehen natürlich von den Städten, wo infolge mannigfacher Zuwanderung (Hugenotten und andere religiöse Flüchtlinge u. s. w.) von jeher eine starke Tendenz zur Vermischung der Volkselemente sich geltend machte, und den Flecken, die namentlich in den letzten 50 Jahren Zuzug aus der ostfriesischen Geest erhielten, hat eine Vermischung der beiden einander nahe verwandten und in gleichem Maße seßhaften Stämme in Ostfriesland nur in unbedeutendem Grade stattgefunden.

Die marschbewohnenden Friesen haben (sehr wahrscheinlich vom westbaltischen Becken aus [1]) den südöstlichen Küstensaum der Nordsee samt den Restinseln in grauer prähistorischer Zeit bevölkert, indem sie möglicherweise den unwirtlichen Küstensaum menschenleer oder

[1]) Die Frage, woher die Friesen stammten, ist allerdings noch ganz ungeklärt. Für die Idee, daß sie von SW. her die Küsten der Nordsee bevölkert hätten, vermag ich mich aus mehreren hier nicht zu erörternden Gründen nicht zu erwärmen. Die unverkennbar nahe somatische Verwandtschaft zwischen Friesen, Dänen und Normannen (welche ja nur nach Norwegen gewanderte Dänen sind) ist doch wohl ein schwer ins Gewicht fallendes Moment. Die Zähigkeit, Beharrlichkeit und außerordentliche Bodenständigkeit des Friesenstammes, der sich auch an der Völkerwanderung nicht beteiligte, scheint auf ein hohes Alter der Besiedelung des Südostsaumes der Nordsee mit Friesen hinzuweisen.

Digitized by Google

doch sicher nur schwach bevölkert fanden und sich daher ungehindert bis zur Rheinmündung und weiter auszubreiten vermochten. Ob hier in Nordwestdeutschland vor den Germanen noch Kelten gewohnt haben, ist noch immer eine offene Frage, wenngleich Meitzen („Siedelung und Agrarwesen") auf Grund der Siedelungsformen (Einzelhöfe) die Kelten bis zur unteren Weser hinab nachweisen zu können glaubt. Die friesische Sprache vermochte sich auf dem schmalen Marschrande und der zur Inselreihe zerstückelten Nehrung gegenüber dem kompakten niedersächsischen Sprachgebiete nicht zu behaupten und ging den Friesen daher schon im Mittelalter verloren. Die Friesen wurden sprachlich saxonisiert. Sie sprechen jetzt das niedersächsische Plattdeutsch und verstehen ihrer Vorväter Sprache nicht mehr.

Die Geest wird von einem anderen Stamme bevölkert, den Niedersachsen. Sie sind körperlich kleiner als die Friesen, haben viel öfter ein ovales Gesicht, rötliches Haar und die bekannten Sommersprossen als die namentlich in ihrer Jugend flachsblonden Friesen, die wieder ein mehr längliches Gesicht, bedeutend größere Hände und Füße und vielfach eine ausgeprägtere Nase haben als die Niedersachsen. Der dunkelblonde Typus der Niedersachsen aber zeigt eine deutlich gelbliche Hautfarbe im Gegensatz zu der blendend weißen Haut der Friesen[1]). Der Niedersachse zeichnet sich dem Friesen gegenüber mehr durch Lebhaftigkeit des Temperaments, durch „Pfiffigkeit" und Schlauheit und seine offenkundig mehr zum Handel neigenden Tendenzen aus und erbringt so aufs neue den Beweis für die Wahrheit des alten Wortes, daß „die Sachsen helle sind". Die größeren Firmen der Städte bedienen sich zu ihren auf dem Lande auszuführenden Einkäufen an Vieh und Naturprodukten ausnahmslos als Hilfs- und Zwischenhändler der auf der Geest heimischen Niedersachsen, die vielmehr auf ihren Vorteil bedacht sind, auch mehr am Gelde hangen als der Friese, der mehr stillem, beschaulichem, selten einmal ausgelassenem Lebensgenusse zuneigt, ohne dabei etwa leichtsinnig zu sein. Der friesische Bauer dagegen hat einen weiteren Blick als der niedersächsische; er betrachtet das Geld nur als ein allerdings außerordentlich beliebtes Tauschmittel, mit dem er auch gern geistig sich bereichern möchte. Daher schickt er als bildungsfreundlicher Mann seine Kinder gern auf die besten Lehranstalten. Infolge seiner besseren Bildung und seines idealeren Zuges beweist er auch mehr Gemeinsinn und neigt mehr zu froher Geselligkeit als der niedersächsische Bauer, der zuweilen den Charakterzug des engherzig Philisterhaften zur Schau trägt, mehr zum Geize neigt („grannig ist", wie man in Ostfriesland sagt), in der Betätigung eines gesunden Gemeinsinnes sich oft recht schwerfällig erweist und seine Kinder nicht gern in die Welt hinausgehen läßt, um deren Bildung zu vertiefen und den Blick zu erweitern, sondern lieber das Geld spart. Daher studieren auch mehr friesische als niedersächsische Bauernsöhne. Im friesischen Küstenstrich herrscht im Volke auch das dumpfe, aber unausgesprochene Empfinden, daß

[1]) Die Volksmeinung glaubt, das vom Moor manchmal etwas gebräunte Brunnenwasser rufe auf der Geest die gelbliche Hautfarbe hervor.

Digitized by Google

es anderen Stammes ist, weshalb es vom Niedersachsen gern sagt, daß er vom „Sande“ (der Geest) sei, ihn in stiller Selbstbespiegelung als „Sandhasen“ oder — wenn er auf den Moorkolonieen wohnt — als „Moorhahn“ bezeichnet und in unschöner Selbstsucht gern von sich selber hört, daß es „van d' Klei“ (von der Marsch) stamme, wogegen der Geestbauer seinen Kollegen auf der Marsch wohl mit der Bezeichnung des „latinsken Buren“ (lateinischen Bauern) belegt.

In manchen Charaktereigenschaften aber sind beide Bruderstämme einander durchaus gleich. Verschlagenheit, Untreue, Feigheit sind in den Augen beider Stämme verachtungswürdige Eigenschaften. Zuverlässigkeit, Offenheit und Geradheit, Überzeugungstreue und der Mut der eigenen Meinung werden in ganz Ostfriesland hochgeschätzt und zu den notwendigen Eigenschaften des „Ostfriesen“ gerechnet, soweit ihn der geographische Begriff Ostfrieslands zu solchem stempelt. Treuherzigkeit, Hilfsbereitschaft und Wohltätigkeitssinn sind beiden Stämmen eigen, ebenso der Sinn für ein trauliches Familienleben und eine eigene Häuslichkeit, die ihnen die von den Holländern so bekannte Sauberkeit, welche man allenthalben in den Bauernhäusern antreffen kann, verschönern hilft. Dabei ist der Drang nach Entwicklungsfreiheit, nach wirtschaftlicher Selbständigkeit überall zu verspüren, wozu sich Fleiß, Geduld, Ausdauer und Zähigkeit gesellen. Daher ist der Sinn des Bewohners Ostfrieslands auf das Praktische und Erreichbare gerichtet; allen Neuerungen gegenüber ist er mißtrauisch und sehr vorsichtig, wie er sich auch dem hochdeutsch sprechenden Fremden gegenüber, den er den „Dütsken“ nennt, der „baben to't Land herut is“ oder „ut d' Füürsteenenland kamen is“, sehr reserviert und abwartend verhält. So neigen die Bewohner Ostfrieslands zu einem infolge der Abgeschlossenheit des erst spät dem Verkehre erschlossenen Ländchens durchaus geographisch bedingten Partikularismus, der sich durch den in den letzten Jahrzehnten gesteigerten Verkehr erst langsam zu verwischen beginnt. Das alte Wort „Frisia non cantat“ ist auch heute noch wahr. Die Eigenart beider Stämme bedingt, daß man in Ostfriesland selten einmal durch Gesang seinen Gemütsbewegungen Ausdruck verleiht, am ersten noch bei den Niedersachsen der Geest, die das letzte Fuder Heu oder den letzten Erntewagen wohl singend heimbringen. Ebensowenig ist beiden Stämmen eine auch nur mittelmäßige dichterische Begabung eigen. Sie sind arm an Phantasie; jede Art von Sentimentalität ist ihnen fremd; denn sie sind ausgeprägte Realisten. Darum hat Ostfriesland auch jemals weder Dichter noch Musiker hervorgebracht, aber tüchtige Geschichtschreiber, Philosophen, Geistliche, Ärzte, Berufssoldaten, Seeleute. Beiden Stämmen ist eine große Liebe und treue Anhänglichkeit an die angestammte Heimat eigen, ebenso eine oft an Eigensinn, ja zuweilen an Starrköpfigkeit streifende Willenskraft („he is diesig“), was auch in dem Sprichworte zum Ausdruck kommt: „Wat 'k will, dat will 'k, sä de buur, do brâd' he botter up de tange“ [1]).

[1]) „Was ich will, das will ich, sagte der Bauer, da briet er die Butter auf der Zange.“ — In Ostfriesland werden Zitatensprichwörter im Volksmunde sehr oft gehört.

Digitized by Google

Sowohl Friesen als Niedersachsen zeichnen sich durch ein hohes Maß von körperlicher Kraft und Gesundheit aus, was auch in der Tatsache seinen Ausdruck findet, daß von allen preußischen Regierungsbezirken in Ostfriesland die meisten oder mit die meisten Greise und Greisinnen von mehr als hundertjährigem Alter gezählt werden. So bieten die Ostfriesland bewohnenden Friesen und Niedersachsen das Bild zweier echt germanischen Volksstämme, denen trotz ihrer eigenartigen Schwächen doch die Sympathieen ihrer anderen deutschen Brüder nicht versagt werden können. Schimmelpfennig urteilt[1]) über die Bewohner Ostfrieslands: „Er ist ein tüchtiger, aufrichtiger, gerader Mann, der Ostfriese des alten Schlages. Die Liebe zur Freiheit ist ihm angeboren, Titel und Rang machen wenig Eindruck auf ihn, eher noch Reichtum. Tapfer im Felde, liebt der Ostfriese nicht die militärische Dressur und die Paraden und zeichnet sich dabei nicht aus. — Dabei hat der Ostfriese eine Liebe zu seinem Vaterlande wie der Schweizer zu seinen Bergen und bewahrt aus dem Grunde auch seine Eigentümlichkeiten länger, als es oft gut und nützlich ist. Er ist ruhig, schweigsam und bedächtig."

Auch die jüngsten Forschungen auf dem Gebiete der ostfriesischen Geschichte und der Siedelungsnamen bestätigen den Dualismus in der Bevölkerung Ostfrieslands durchaus. So sagt Heinrich Sundermann[2]): „Es mag aber gesagt werden, daß sich auch die vorliegenden (sprachlichen) Stämme in das Gesamtergebnis einreihen hinsichtlich des Beweises, daß sich die Verbreitung der friesischen Namen, was mit dem Verbreitungsgebiete der friesischen Sprache überhaupt ohne Zweifel in engem Zusammenhange steht, niemals über ganz Ostfriesland erstreckte. Vielmehr stehen die friesischen Küstenmarschländereien in großenteils scharfer und deutlich hervortretender Sonderung von der niedersächsischen Geest und dem Moor. Die Tatsache dieser ethnographischen Scheidung, die sich, wie schon Klinkenborg in seiner Geschichte der ten Broks andeutet, wie ein roter Faden durch die ganze Geschichte dieser Gaue zieht und die auch heute noch überall dem Beschauer von Land und Leuten entgegentritt, läßt sich, wofür eben auch diese Arbeit einen Beweis zu erbringen hofft, bis auf die Siedelungsvorgänge zurück verfolgen. Nur im Brokmerlande sind die friesischen Namen bis Aurich vorgedrungen; und in dem ältesten Kulturlande (was sich ebenfalls aus den Ortsnamen ergibt) Ostfrieslands, dem Leda-Jümme-Flußgebiete, dem Durchgangstore nach Osten von Osnabrück und früher auch von Oldenburg her, fand von Anfang an eine charakteristische Mischung beider Dialekte statt. Auf der Geest hebt sich die allmähliche Besiedelung von Innerostfriesland mit Sachsen, die zunächst auf den höher gelegenen Sandrücken eindringen, ab."

Der seit fast fünf Jahrhunderten in Ostfriesland zur Alleinherrschaft gelangte niedersächsische Dialekt ist im Westen ein anderer als

[1]) Dankelmanns „Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen" Bd. X, S. 326.
[2]) H. Sundermann, Friesische und niedersächsische Bestandteile in den Ortsnamen Ostfrieslands. Ein Beitrag zur Siedelungsgeschichte der Nordseeküste. Emden, Haynel, 1901. S. 47.

Digitized by Google

im Osten. Es sei hier nur das eine wichtige Moment hervorgehoben, daß man im westlichen Ostfriesland den Plural schwach, im Osten hingegen stark bildet, z. B.

im Westen:	im Osten:
Boom—Boomen	Boom—Bööm'
Hus—Husen	Hus—Hüüs'
Mus—Musen	Mus—Müüs'
Book—Booken	Book—Bööker
Dook—Dooken	Dook—Dööker.

Die Sprachgrenze bildet das an der Ostflanke der hohen Geest liegende Hochmoor. Man kann sie ziemlich genau durch die Linie der Westgrenze des Kreises Wittmund von Oltmannsfehn bis Ogenbargen bezeichnen, die von dort bis Ochtersum geradlinig weitergedacht werden muß. Wenn man diese nicht unwesentliche sprachliche Verschiedenheit für den Weg der Besiedelung der Geest in Anspruch nehmen darf, so möchte man daraus schließen, daß der westliche Teil der ostfriesischen Geest von Süden her über die Brückenstellen Leer und Detern von Niedersachsen bevölkert wurde, während sie im Osten des volkscheidenden Moores vom Oldenburger Lande aus nordwestwärts drängten, bis beide Einwanderungsgruppen in der Gegend von Ochtersum sich berührten. Das läßt sich aber erst entscheiden, wenn die Siedelungsgeschichte Ostfrieslands erst in anderer Weise geklärt ist, als es bis jetzt geschehen konnte.

Ebenso dualistisch und interessant sind die kirchlichen Verhältnisse Ostfrieslands. Hier hat das Prinzip der Reformationszeit „cujus regio ejus religio" sich nicht zu behaupten vermocht. Edzard der Große, der damalige Herrscher von Ostfriesland, ließ der kirchlichen Bewegung überall freien Lauf. Der Osten Ostfrieslands mit fast der ganzen Geest wurde von 1519 (Übertritt des Auricher Predigers Heinrich Bruns zur lutherischen Lehre) bis 1530 lutherisch. Der Westen wurde infolge des holländischen Einflusses („Brüder des gemeinsamen Lebens" u. s. w.) calvinistisch. Außerhalb des fast ganz reformierten Reiderlands (hier sind noch Bingum, Holtgaste, Pogum lutherische Gemeinden) hat die calvinistische Lehre die Geest nur noch am äußersten Westsaume erreicht, wo z. B. die Gemeinden Großwolde, Ihrhove, Nüttermoor, Vehnhusen, Neermoor, Tergast, Siemonswolde und Bedekaspel sich zur reformierten Lehre bekennen. Etwa der Teil Ostfrieslands, der der alten Diözese Münster angehörte, ist reformiert geworden; das Gebiet der Diözese Bremen wurde lutherisch.

Die Beschäftigungszweige der Geestbewohner gründen sich in erster Beziehung auf den Bodenbesitz. Der Ackerbau produziert vor allen Dingen Roggen als das nötige Brotkorn, daneben namentlich Hafer und etwas Gerste, Weizen aber nur in ganz unbedeutenden Mengen; für ihn ist der Boden zu wenig geeignet. Außerdem beschäftigt sich die Landwirtschaft hauptsächlich mit Rinderzucht. Die Zucht von Pferden hat geringere Bedeutung; sie blüht auf der Marsch. Die Schafe gehören meist den kleineren Wirtschaftsbetrieben an. In den Heidestrecken (z. B. Brookzetel) kommen noch einige Heidschnuckenherden vor. Ihre Zahl hat sich in den letzten drei Jahrzehnten in-

Digitized by Google

folge der Kiefernaufforstungen wesentlich vermindert. Die Dörfer Riepe und Siemonswolde betreiben seit alter Zeit eine nicht unbedeutende Gänsezucht, die sonst auf der Geest sehr zurücktritt. Die Schweinezucht ist auf der ganzen Geest nicht bedeutend; sie dient namentlich zur Deckung des eigenen Bedarfs. Die Filsumer Gegend nimmt in der Schweinezucht die erste Stelle ein.

Abgesehen von den Städten ist die Geest Ostfrieslands an industriellen Unternehmungen ziemlich arm. Der Geschiebelehm wird von einer stattlichen Anzahl von Ziegeleien eifrig abgebaut. Das Formen und Brennen der Ziegel wird, wie sonst allenthalben in Nordwestdeutschland, von Lippischen Zieglern besorgt. Ausschachtung und Anfuhr des Roh- und Brennmaterials, sowie die Abfuhr der Ziegelsteine und Dachziegel wird jedoch von einheimischen Arbeitskräften ausgeübt. Der Töpferton von Poggenkrug dient der Wittmunder Tonwarenfabrik als Rohmaterial. Verwitterter Grundmoränenlehm wird als „Potterde" in Plaggenburg und Aurich in Töpfereien zu allerhand grobem irdenen Geschirr verarbeitet. Auf den Fehnen finden sich Sägemühlen und Schiffbauereien, in den Dörfern vielfach auch Windmühlen, nach holländischer Art gebaut, zum Zermahlen des Brotgetreides und Futterkorns, daneben sehr zerstreut kleine Brauereien, welche ein leichtes „Braunbier" produzieren, das namentlich zur Zeit der Grasmahd in der Meede als Getränk dient, wo gutes Trinkwasser schwer zu beschaffen ist.

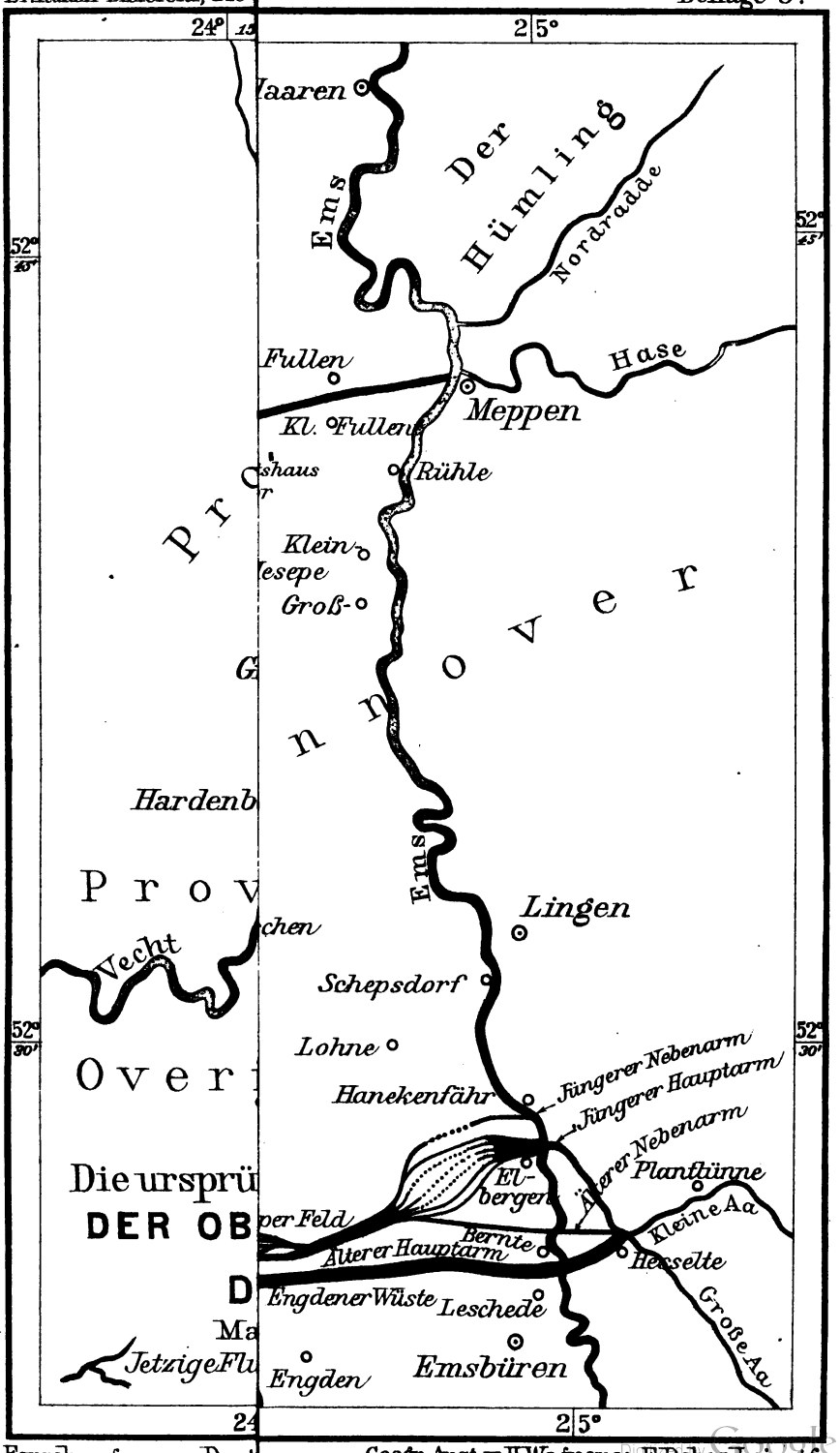
Unter den Städten tritt ganz besonders Norden als lebhafter Fabrikort hervor mit Eisengießerei, Zichorien-, Senf- und Tabakfabriken, Zuckerwaren- und Schokoladenfabrik, Dampfmühlen, der alten Dornkaatschen Branntweinbrennerei und der Bierbrauerei Westgaste. Viel unbedeutender ist schon die Fabriktätigkeit in Leer (Strohpapierfabrik, Schrot- und Kugelfabrik, Tabakfabrik), die sich in Aurich und in Weener fast ganz auf Bierbrauerei beschränkt.

Damit möchte ich meine Ausführungen schliessen, indem ich zugleich die Hoffnung ausspreche, daß die vorliegende bescheidene Arbeit in der ostfriesischen Heimat Anregung geben möge zu neuem Streben und Forschen nach Wahrheit über die natürlichen Verhältnisse und die historische Vergangenheit Ostfrieslands, die uns noch eine Reihe dankbarer Aufgaben bieten. Möge sie ferner eine kleine Stärkung hervorrufen jener Empfindung, aus der wahre Vaterlandsliebe hervorsprießt und der die vorliegende Arbeit ihren Ursprung verdankt,

der treuen Liebe zur angestammten Heimat!

Digitized by Google

Digitized by Google


24° 15
25°
52° 45'
52° 30'
Vaaren
Ems
Der Hümling
Nordradde
Fullen
Hase
Meppen
Kl. Fullen
Rühle
Klein
Groß-
Hardenb
Ems
Lingen
Vecht
Schepsdorf
Lohne
Hanekenfähr
Jüngerer Nebenarm
Jüngerer Hauptarm
Älterer Nebenarm
Plantünne
Elbergen
Kleine Aa
Bernte
Älterer Hauptarm
Hesselte
Engdener Wüste
Leschede
Große Aa
Jetzige Flu
Engden
Emsbüren

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

QE299 .B567
Die geest Ostfrieslands : geologisc
Kummel Library APJ0365
3 2044 032 879 538

Bielefeld, Rudolf

AUTHOR

Die Geest Osterieslands.

TITLE

DATE DUE	BORROWER'S NAME

DATE DUE

PRINTED IN U.S.A.

GAYLORD

Digitized by Google

Digitized by Google